

29 ACTAS PORTUGUESAS DE HORTICULTURA

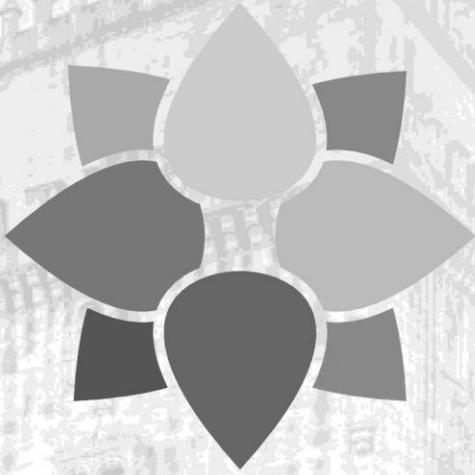


CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA

REALIZAÇÃO



29 ACTAS PORTUGUESAS DE HORTICULTURA



CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA

REALIZAÇÃO



FICHA TÉCNICA

Título: I Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura (I CLBHort)

Coleção: 29 Actas Portuguesas de Horticultura

Autores: vários

Propriedade e edição

Associação Portuguesa de Horticultura (APH)
Rua da Junqueira, 299, 1300-338 Lisboa, Portugal
<http://www.aphorticultura.pt>

Editores

Paulo César Tavares de Melo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo
(ESALQ/USP)

António Calado
Associação Portuguesa de Horticultura (APH)

Grafismo da capa: WIN/Fabricio Ottoni

Suporte: eletrónico

ISBN: 978-972-8936-28-0

Março 2018

Esta publicação reúne artigos derivados das comunicações apresentadas no I Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura (I CLBHort) sob a forma de ata científica.

I CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA
LISBOA, 01 A 04 DE NOVEMBRO DE 2017

Comissão Organizadora

António Calado, Presidente (APH), Portugal
António Monteiro (ISA-ULisboa), Portugal
Domingos Almeida (ISA-ULisboa e APH), Portugal
Ana Cristina Ramos (INIAV e APH), Portugal
Nélia Silva (APH), Portugal
Paulo César Tavares de Melo (ESALQ/USP), Brasil
Nehemias Ramos (Win Eventos), Brasil
Luisa Teixeira, (Mundiconvenius), Portugal
Rui Maia de Sousa (INIAV e APH), Portugal
José Alberto Pereira (ESA-IPB), Portugal
José Pereira (DRAPN-MAMA OT e APH), Portugal
Joaquim Miguel Costa (ITQB e APH), Portugal
Miguel Brito (CIMO-ESA-IPVC), Portugal

Comissão Científica

Paulo César Tavares de Melo, Presidente (ESALQ/USP), Brasil
Ana Paula Silva (UTAD), Portugal
Ângelo Pedro Jacomino (ESALQ-USP), Brasil
Carlos Lopes (ISA-ULisboa), Portugal
Domingos Almeida (ISA-ULisboa e APH), Portugal
Isabel Mourão (CIMO-ESA-IPVC), Portugal
José Gouveia (ISA-ULisboa), Portugal
Mario Reis (UALG), Portugal
Paulo Eduardo Melo (Embrapa, Brasília), Brasil
Pedro Brás de Oliveira (INIAV), Portugal
Sebastião Wilson Tivelli (APTA), Brasil
Sérgio Ruffo Roberto (UEL), Brasil
Simone da Costa Mello (ESALQ-USP), Brasil
Vivian Loges (UFRPE), Brasil

Revisores Científicos

Abel Rebouças São José	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, BA, Brasil
Alexandre Pio Viana	Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil
Aline Priscilla Gomes da Silva	Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Produção Vegetal, Piracicaba, SP, Brasil
Ana Cristina Ramos	Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV) e Associação Portuguesa de Horticultura (APH), Portugal
Ana Paula Silva	Centre for the Research and Technology for Agro-Environmental and Biological Sciences, CITAB, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Ângelo Pedro Jacomino	Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Produção Vegetal, Piracicaba, SP, Brasil
António Calado	Associação Portuguesa de Horticultura (APH), Portugal
Antônio Ismael Inácio Cardoso	Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Departamento de Horticultura, Botucatu, SP, Brasil
António Monteiro	Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa (ULisboa) e Associação Portuguesa de Horticultura (APH), Portugal
Arlete Marchi Tavares de Melo	Instituto Agronômico (IAC), Centro de Horticultura, Campinas, SP, Brasil
Carlos Lopes	Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa (ULisboa), Portugal
Domingos Almeida	Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa (ULisboa) e Associação Portuguesa de Horticultura (APH), Portugal
Fabício Rossi	Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, SP, Brasil
Fernando Ângelo Piotto	Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Produção Vegetal, Piracicaba, SP, Brasil
Fernando Cesar Sala	Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus de Araras, SP, Brasil
Gustavo Quesada Roldán	Universidad de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Costa Rica
Isabel Mourão	Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo (CIMO-ESA-IPVC), Portugal
Joaquim Miguel Costa	Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa (ULisboa) e Associação Portuguesa de Horticultura (APH), Portugal
José Alberto Pereira	Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária – Instituto Politécnico de Bragança (ESA-IPB) e Associação Portuguesa de Horticultura (APH), Portugal
José Gouveia	Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa (ULisboa) e Associação Portuguesa de Horticultura (APH), Portugal
José Magno Queiroz Luz	Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Uberlândia, MG, Brasil

Marco Antônio da S. Vasconcellos	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia, Seropédica, RJ, Brasil
Mário Reis	Universidade do Algarve (UALG), Portugal
Miguel Brito	Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo (CIMO-ESA-IPVC), Portugal
Patrícia Duarte de Oliveira Paiva	Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, Lavras, MG, Brasil
Patrícia Pereira da Silva	Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, Brasil
Paulo Cesar dos Santos	Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil
Paulo César Tavares de Melo	Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Produção Vegetal, Piracicaba, SP, Brasil
Pedro Brás de Oliveira	Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV), Portugal
Poliana Cristina Spricigo	Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Produção Vegetal, Piracicaba, SP, Brasil
Rui Maia de Sousa	Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV) e Associação Portuguesa de Horticultura (APH), Portugal
Sebastião Wilson Tivelli	Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), São Roque, SP, Brasil
Sérgio Roberto Ruffo	Universidade Estadual de Londrina, Londrina (UEL), PR, Brasil
Simone da Costa Mello	Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Produção Vegetal, Piracicaba, SP, Brasil
Valéria Modolo	Instituto Agrônômico (IAC), Centro de Horticultura, Campinas, SP, Brasil
Vanessa Cristina Caron	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil
Vivian Loges	Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE, Brasil

Prefácio

A Associação Portuguesa de Horticultura (APH) em parceria com Associação Brasileira de Horticultura (ABH), Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa (ISA - ULisboa), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) e outras instituições de Portugal e do Brasil e com o apoio de empresas públicas e privadas ligadas ao setor hortícola de ambos países, realizaram o **I Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura (I CLBHort)** que decorreu em Lisboa de 1 a 4 de Novembro de 2017.

“**Inovação ao Serviço dos Negócios**” foi o tema central do **I CLBHort** que teve o intuito de transformar esse evento em um fórum comum para todas as partes interessadas nos diferentes ramos da Horticultura do Brasil, Portugal e de outros países da comunidade lusófona.

O **I CLBHort** atingiu plenamente seus objetivos ao promover a ligação entre a pesquisa e a inovação, motor do desenvolvimento da nova horticultura, criadora de valor, baseada no conhecimento e na sustentabilidade, em que a competitividade depende cada vez mais da capacidade de inovar. Nesse sentido, o evento foi muito bem sucedido em vista do intercâmbio de conhecimentos e de experiências que ocorreram entre os setores acadêmico e empresarial. Com efeito, essa profícua interação contribuiu para originar uma plataforma de translação dos avanços recentes do conhecimento científico e das inovações tecnológicas no âmbito da horticultura.

A Comissão Organizadora empenhou-se para que o **I CLBHort** tivesse a máxima qualidade e, para isso, contou com renomados académicos, investigadores e parceiros empresariais de Portugal e do Brasil com experiência nas diferentes fileiras/cadeias hortícolas.

A edição nº 29 das **Actas Portuguesas de Horticultura** inclui 81 artigos completos que foram submetidos por participantes do **I CLBHort**. Esses artigos foram revisados por membros da Comissão Científica e por revisores *ad hoc* de ambos os países. Merece ser lembrado que todos os 363 resumos dos trabalhos apresentados nas formas oral e poster já foram publicados e estão disponíveis no **Livro de Resumos** que pode ser acessado pela webpage do **I CLBHort** (www.clbhort2017.com).

O sucesso do **I CLBHort** deveu-se, em grande parte, à união de horticólogos de Portugal e do Brasil que assumiram o compromisso de realizar um evento inédito e que adotaram um modelo programático em que se priorizou a construção de uma ponte entre o setor privado e a comunidade académica.

A realização desse evento só foi possível graças ao empenho de uma vasta equipa. Expressamos nossos sinceros agradecimentos a todos os membros das comissões organizadora e científica, assim como aos oradores convidados, aos autores das comunicações, às empresas organizadoras Win e MundiConvenius e às entidades que, de forma direta ou indireta, apoiaram e patrocinaram o **I CLBHort**.

Deve ser lembrado que o **Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura** foi concebido com periodicidade bienal e, dessa forma, o **II CLBHort** decorrerá em Goiânia, capital do estado de Goiás, Brasil, em 2019.

Por fim, a execução do nº 29 das **Actas Portuguesas de Horticultura** decorreu durante os mandatos de dois presidentes da Associação Portuguesa de Horticultura, Profº Domingos Almeida e do recém eleito presidente Profº José Alberto Pereira.

Paulo César Tavares de Melo
António Calado

Síntese e conclusões do I Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura

O I Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura (I CLBHort) promoveu o encontro entre 250 cientistas e empresários focados na Inovação ao serviço dos negócios. Um evento coorganizado pela Associação Portuguesa de Horticultura e a Associação Brasileira de Horticultura, de 1 a 4 de Novembro de 2017, no Centro de Congresso dos ISCTE, em Lisboa.

O Secretário de Estado da Agricultura e Alimentação, Luís Medeiros Vieira, que presidiu a sessão de abertura, expressou o desejo de que este *«congresso seja gerador de iniciativas que conduzam à introdução de inovação na economia real»*, acrescentando suas conclusões *«serão um referencial a ter em conta pelo meu Governo»*.

O **I CLBHort** integrou quatro sessões plenárias, oito mesas redondas, 10 sessões orais, três workshops (uma prova de vinhos, uma prova azeites e uma sessão sobre sistemas de controlo inteligente do clima da estufa) e duas visitas técnicas (Alentejo e Oeste) e recebeu mais de 400 comunicações científicas.

Para António Calado, presidente do **I CLBHort**, *«O modelo escolhido para esse evento, com a participação de empresários líderes de Portugal e Brasil, em plenárias e mesas redondas, colocou em perspetiva a forma como estão a inovar nos seus negócios e contribuiu para aproximar investigadores e empresários lusófonos, que em conjunto devem encontrar soluções para os principais desafios da Horticultura, aumentando a sua competitividade a nível internacional»*. Calado complementa enfatizando que *«esse evento foi um sucesso»*.

Inteligência artificial e robótica na horticultura

Investigadores e empresas demonstraram no **I CLBHort** que a quarta revolução industrial, marcada pela convergência de tecnologias digitais, físicas e biológicas, já chegou ao setor da Horticultura. Empresas como a Sogrape ou a Herdade do Esporão, dois dos maiores produtores de vinho em Portugal, gerem as suas vinhas com um nível de precisão impensável há uma década. A Sogrape, por exemplo, usa informação recolhida por 20 estações meteorológicas, imagens de satélite do índice da vegetação das videiras, entre outras ferramentas, que lhe permitem tratar cada talhão de vinha, ou até cada planta, de forma personalizada, com poupanças de 30% no gasto da água e um aumento da qualidade das uvas usadas em vinhos topo de gama. *«Gerimos hoje as vinhas de modo muito preciso para obter o vinho que pretendemos perante as oportunidades de mercado»*, explicou António Graça, responsável de I&D da Sogrape. A Herdade do Esporão, que produz centenas de hectares de vinha no Alentejo em Modo de Produção Biológico, usa sondas de humidade de solo e modelos de previsão de pragas e doenças, caminhando para a total automatização do sistema de rega. *«A nossa ambição é eliminar o elemento humano na programação da rega. Em alguns anos o nosso sistema de rega será totalmente automatizado, integrando sensores e inteligência artificial»*, garantiu Rui Flores, responsável de rega no Esporão.

A robótica é outras das áreas que promete revolucionar a Horticultura a breve prazo. Investigadores do INESC-TEC, no Porto, estão a desenvolver robots de pequeno porte

que se deslocam de forma autónoma em vinhas de encosta no Douro, recolhendo dados de maturação das uvas para vindima seletiva e ajudando a realizar tarefas de campo. Filipe Santos, investigador do INESC-TEC, partilhou com os congressistas as potencialidades da agricultura de precisão e deu o exemplo de um sistema de automação e controlo aplicado a um trator e cisterna de distribuição de adubo líquido a taxa variável, desenvolvido por este instituto para a empresa Herculano Alfaias Agrícolas e que chegará ao mercado em 2018.

Azeite, um setor em crescimento

O azeite é um elo cultural e comercial entre Portugal e Brasil e mereceu, nesse contexto, especial destaque no **I CLBHort**. Cerca de um quarto do azeite que Portugal exporta tem como destino o Brasil (34.208 toneladas exportadas em 2016) e mais de metade do azeite que o Brasil importa provém de Portugal.

Apesar do baixo consumo *per capita* – cada brasileiro consome em média 150 ml de azeite/ano, um português consome 7 kg/ano –, o Brasil é um mercado com grande potencialidade de crescimento no consumo desta gordura saudável. O segmento que mais cresce no Brasil é o mercado dos azeites extravirgens, categoria superior, de maior qualidade e valor acrescentado. *«Devido à qualidade crescente do azeite produzido em Portugal, estamos muito bem posicionados para continuar a ser o principal fornecedor de azeite extravirgem no mercado brasileiro, reforçando mesmo a nossa quota de mercado»*, afirmou Mariana Matos, secretária-geral da Casa do Azeite.

Ricardo Furtado, responsável do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do Brasil e orador do **I CLBHort**, revelou a preocupação das autoridades brasileiras com a deteção de fraudes do azeite vendido no país (desde 2012 foram apreendidos 2 milhões de litros azeite adulterado no Brasil), afirmando: *«queremos que o consumidor tenha um produto genuíno à mesa»*.

Frutas e hortaliças lusófonas

O Brasil é terceiro produtor mundial de frutas – 44 milhões de t/ano –, com um valor bruto da produção estimado em 22,7 mil milhões de dólares. Um setor gigante que se confronta com vários desafios, entre os quais o aumento do consumo no mercado interno e o crescimento das exportações. Embora possa surpreender, o consumo de fruta no Brasil é relativamente baixo – 150 g/habitante/dia – e as exportações representam menos de 3% da produção. Abel Rebouças São José, investigador da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, revelou que em 2019 o Brasil quer atingir mil milhões de dólares de exportações de fruta fresca e processada (em 2016 exportou 852 milhões de dólares). *«O aumento do consumo e das exportações depende o alinhamento estratégico entre universidades, associações de produtores, distribuição, Embrapa, Sociedade Brasileira de Fruticultura, entre outras entidades»*, disse o investigador.

Na mesa redonda sobre entraves e perspetivas de importação e exportação de fruta e hortaliças, vários empresários do setor falaram nas suas experiências e negócios em Portugal e no Brasil. Jorge Soares da Campotec explicou o investimento que esta empresa portuguesa iniciou no Brasil em 2004, onde produz atualmente 250 hectares de pera Rocha e maçã, no estado de Santa Catarina. Carlos Ferreira, da Hortomelão, o maior produtor ibérico de melão e melancia, foi outro dos investidores, neste caso com exploração instalada no nordeste do Brasil: *«A ida para o Brasil foi impulsionada pelos nossos clientes que pretendem ser abastecidos 365 dias por ano com fruta de qualidade e em quantidade. Tudo o que produzimos no Brasil destina-se a trazer para o mercado europeu»*, explicou o produtor. Também com ligações ao Brasil, o Vale da Rosa, uma referência na produção de uva de mesa no Alentejo, falou do trabalho realizado ao

longo da última década que lhe permite ter hoje em dia uma marca reconhecida no mercado nacional e além-fronteiras: *«apostamos na constante inovação, na qualidade e na comunicação, o resultado é que o cliente quando vai ao supermercado prefere a nossa marca»*, disse Joaquim Praxedes, da administração do Vale da Rosa. O Brasil esteve representado neste debate ao mais alto nível pelo presidente da ABRAFRUTAS - Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados, Luís Roberto Barcelos, que é também sócio fundador da Agrícola Famosa, a maior empresa produtora de melões e melancias do Brasil e uma das maiores do mundo (30.000 hectares). *«A língua comum é uma vantagem nos negócios entre Portugal e Brasil. Há potencial para que Portugal seja uma plataforma de exportação de fruta brasileira para outros países europeus»*, reconheceu este empresário. Portugal é o 5º destino das exportações brasileiras de fruta (33.000 toneladas em 2016, 4% do total exportado).

Promover o consumo de frutas e hortaliças

A promoção do consumo de fruta e hortaliças é um desafio com várias frentes, conforme ficou demonstrado na mesa redonda sobre este tema. Desde logo, nos pontos de venda a comunicação deve ser feita por mensagens simples que cativem e envolvam o consumidor. Por outro lado, as parcerias com *chefs* de cozinha, que integrem estes produtos nos seus menus, é essencial, como testemunhou o *chef* Luís Baena no **I CLBHort**.

Aproveitando a tendência urbana de cuidar do corpo e de comer saudável, é essencial envolver instituições desportivas na promoção do consumo de frutas e hortaliças ou ainda promover o consumo junto de crianças e jovens e do segmento sénior da população, cada vez mais numerosa à medida que aumenta a esperança média de vida. *«Educação, informação e experimentação são a chave do sucesso na nossa empresa»*, afirmou Miguel Barbosa da empresa Luis Vicente, que nos últimos anos tem apostado na venda de fruta de IV Gama, pronta a comer e em unidoses, e na venda de *snacks* de fruta desidratada.

Vinho – oportunidades na produção e comércio

A fileira vitivinícola é uma das mais competitivas em Portugal e um setor em crescimento no Brasil. As empresas Lusovini e Herdade do Esporão, que têm uma longa experiência na produção e venda de vinho dos dois lados do Atlântico, são exemplos das oportunidades de negócio entre os dois países. João Roquete, CEO do Esporão, falou dos fatores de sucesso da sua empresa no Brasil: *«investimos há 25 anos no Brasil. Foi uma aposta à frente do tempo, potenciada pelas ligações da nossa família ao Brasil. Uma empresa familiar é bem vista neste mercado»*. Por outro lado, considera que *«a internacionalização requer uma atitude diferente, existe a responsabilidade de levar o produto ao mercado e contar a sua história desde o importador ao consumidor final»*. A Lusovini, por seu turno, foi uma das empresas que mais contribuiu para a introdução de castas portuguesas no Brasil, através de parcerias com a Embrapa e o Instituto Superior de Agronomia, originando vinhos complexos e muito competitivos. *«Há um imenso potencial para desenvolver a cooperação entre instituições e empresas portuguesas e brasileiras na área do vinho»*, disse Casimiro Gomes, CEO da Lusovini. A performance dos vinhos portugueses no mercado brasileiro tem sido absolutamente notável nas duas últimas décadas (4,9% das exportações portuguesas de vinhos tem hoje como destino o Brasil). Além do aumento do volume de vinho exportado, conquistou-se o reconhecimento da sua qualidade, que teve um forte impacto na imagem do vinho português no mercado brasileiro. A margem de crescimento do consumo de vinho no

Brasil é enorme, pois atualmente o consumo *per capita* é baixo, rondando os 2 L/habitante/ano.

Que futuro para a indústria de tomate processado?

Martin Stilwell, CEO do grupo HIT SPS, proferiu uma palestra sobre a situação atual e perspectivas futuras da fileira do tomate indústria. A ideia central da sua apresentação focou-se no facto de que desde 2008 existe uma estagnação do consumo de tomate processado no mercado mundial, que tem sido acompanhada pelo crescimento da produção de matéria-prima e aumento da capacidade industrial nos principais países produtores de tomate, nomeadamente os EUA (Califórnia), Espanha e Portugal. *«É alarmante que desde 2010 a indústria tenha aumentado brutalmente a sua capacidade de processamento, enquanto o consumo cresce de forma muito modesta. Estamos a criar um problema grave para o futuro (...) vamos passar por um período de consolidação da indústria de modo que sobreviverão apenas os mais competitivos»*, afirmou este empresário. Então, o que podemos fazer? Uma das vias é a aposta em produtos finais com maior valor de mercado, recuperando o sabor tradicional do tomate. Outra via é a promoção do consumo do sumo de tomate, alternativa a outros sumos industriais de fruta que começam a ser taxados pelo nível de açúcar elevado, em diversos países ocidentais. *«O teor de Brix de 4º a 6º do tomate representa uma ótima oportunidade de mercado neste contexto. Temos a prova disso. Em apenas dois anos aumentámos (a empresa nipónica Kagome, a que pertence a HIT SPS) em 140% as vendas de sumo de tomate no Japão. Seria interessante que o mesmo acontecesse noutros mercados»*, concluiu.

Sementes e material propagativo

Na mesa redonda sobre material propagativo de espécies hortícolas ficou patente que Portugal está mais adiantado do que o Brasil no uso de semente certificada, mas ambos os países dependem quase na totalidade da importação de semente produzida fora dos seus territórios. O uso de plantas *in vitro* ou propágulos vegetativos é uma alternativa para algumas espécies, com alegadas vantagens devido à elevada qualidade genética e fitossanitária deste tipo de material. O investigador Clayton Debiasi defendeu esta via, como alternativa à propagação convencional e revelou que existem cerca de 160 biofábricas de plantas *in vitro* registadas no Brasil. *«As plantas in vitro já são usadas no Brasil para produzir banana, cana-de-açúcar, batata, plantas ornamentais, entre outras espécies, apesar de serem mais caras do que as sementes convencionais (...) há necessidade de legislação para regulamentar os produtos desenvolvidos a partir de material vegetal in vitro»*, afirmou Clayton Debiasi, coordenador do Sector de Micropropagação de Plantas do Centro de Biotecnologia de Plantas da Beira Interior (CBPBI), do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Plantas ornamentais e paisagismo

Os desafios e oportunidades da fileira das plantas ornamentais e paisagismo são diversos e as tendências também. Um dos tópicos em que todos os oradores desta mesa redonda estiveram de acordo é a necessidade de usar espécies autóctones nos jardins e espaços verdes, uma vez que são menos consumidoras de água e mais adaptadas ao ecossistema local. A Sementes de Portugal, presente no debate, é uma das empresas de sementes mais recentes em Portugal que se dedica à multiplicação e comércio de sementes de flora autóctone.

Visitas Técnicas

No dia 4 de Novembro realizaram-se duas visitas técnicas. Na região Oeste, os congressistas visitaram a empresa Campotec, que detém 750 hectares de terrenos agrícolas em Portugal, produzindo pera Rocha, maçãs, batata e produtos hortícolas minimamente processados, e a empresa Hortomaria, produtora de tomate em estufa, ambas no concelho de Torres Vedras. No Alentejo, a entidade escolhida foi a Fundação Eugénio de Almeida, proprietária de 5.500 hectares de terras agrícolas e que nos últimos 10 anos realizou um investimento de 30 milhões de euros na plantação de vinha, olival e amendoal e na construção de adegas e um lagar. A sua marca de vinhos e azeites mais conhecida é a “Cartuxa”, exportada para 19 países, sendo Brasil, Angola e EUA os principais.

António Calado
Paulo César Tavares de Melo
António Monteiro
Nélia Silva

Índice

Prefácio	iv
Síntese e conclusões do I Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura	v
<i>Antonio Calado, Paulo César Tavares de Melo, António Monteiro & Nélia Silva</i>	

FRUTICULTURA TEMPERADA E TROPICAL

Propagação e caracterização

Propagação de porta-enxertos potenciais de pessegueiro por estacas lenhosas com uso de AIB	1
<i>Kelly Nascimento Silva, Claudio Horst Bruckne, Carlos Eduardo Magalhães dos Santo & José Osmar da Costa e Silva</i>	
Caracterização morfoagronômica de frutos de uxizeiros de diferentes procedências do estado do Pará	7
<i>Arthur Simões Taverny, Socorro Taynara Braga Cristo, Brenda Karina Rodrigues da Silva, Thayane Ferreira Miranda, Antonia Benedita da Silva Bronze, Marcio Cardoso Mourao, Paula Cristina Mendes Nogueira Marques, Danilo da Luz Melo & Michelle Sousa Borges</i>	

Ecofisiologia

Variação sazonal do conteúdo em fotoassimilados em folhas e frutos de pera ‘Rocha’	15
<i>Anabela Bernardes da Silva, Susana Silvestre, Jorge Marques da Silva, Marília Antunes, Ana Rita Matos, João Arrabaça, Délio Raimundo, Jorge Soares, Bárbara Rodrigues, Sandra Pires⁴, Daniel Ribeiro, Carmo Martins & Miguel Leão de Sousa</i>	
Principais componentes de maturação da cultivar de manga Tommy Atkins sob condições tropicais	23
<i>Acácio Figueiredo Neto, Josenara D. Costa, Francisco C. Almeida & Marylia Costa</i>	

Técnicas de produção incluindo rega e fertilização

Crescimento e desenvolvimento de seis cultivares de bananeira no Norte Fluminense, RJ, Brasil	30
<i>Detony José Calenzani Petri, Rodrigo Lopes Brochado, Tábatha de Souza Vasconcelos, Antônio Carlos Braga, Paulo Cesar dos Santos, Almy Junior Cordeiro de Carvalho (Brasil & Marta Simone Mendonça Freitas</i>	
Exportação nutricional de bananeiras em dois ciclos de produção no Norte Fluminense, RJ, Brasil	37
<i>Detony José Calenzani Petri, Rodrigo Lopes Brochado, Tábatha de Souza Vasconcelos, Paulo Cesar dos Santos, Rozane Franci de Moraes Tavares, Adonay Breda Aguiar, Patrícia Gomes de Oliveira Pessanha, Almy Junior Cordeiro de Carvalho & Marta Simone Mendonça Freitas</i>	
Altura de corte do pseudocaule após a colheita da bananeira Nanicão ‘Jangada’	45
<i>Thais Cristina Morais Vidal & Lourenço dos Santos Cavallari</i>	
Aplicação de cloreto de mepiquate visando alteração na arquitetura de plantas do maracujazeiro amarelo	51
<i>Ivan Marcos Rangel Junior, Fabio Ferreira Cruvinel, Marco Antonio da Silva Vasconcellos & Raul Castro Carriello Rosa</i>	
Desenvolvimento de mudas de bananas cv. Maçã com adubação organomineral	59
<i>Vanessa Cristina Caron, Luciana Santos Rodrigues Costa Pinto, Bernardo Santos Arantes, Rainer Henrique Silva Teixeira, & Deborah Santesso Bonnas</i>	

Crescimento de mudas de bananeira BRS Princesa na fase de aclimação em função da adubação de cobertura	66
<i>Vanessa Cristina Caron, Luciana Santos Rodrigues Costa Pinto, Bernardo Santos Arantes, Carmélia Cristina Beirigo Lopes & Letícia Vieira Castejon</i>	
Proteção fitossanitária	
Mortalidade e oviposição do ácaro rajado <i>Tetranychus urticae</i> Koch em folhas de mamoeiro submetidas à adubação foliar com silicato de potássio	73
<i>Luiz Flávio Vianna Silveira, Dirceu Pratissoli, Paulo Cesar dos Santos, Almy Junior Cordeiro de Carvalho, Marta Simone Mendonça Freitas & Livia Silveira Massini</i>	
Comportamento de <i>Tetranychus urticae</i> Koch em folhas de mamoeiro tratadas com silicato de potássio	80
<i>Luiz Flávio Vianna Silveira, Dirceu Pratissoli, Paulo Cesar dos Santos, Almy Junior Cordeiro de Carvalho, Marta Simone Mendonça Freitas & Livia Silveira Massini</i>	
Índices de infestação da mosca-das-frutas sul-americana em frutíferas nativas em Caçador, SC, Brasil	86
<i>Janaína Pereira dos Santos, André Eduardo Biscaia de Lacerda, Andressa Camila Alves & Andressa Ana Ansiliero</i>	
Melhoramento genético e seleção de cultivares	
Dissimilaridade genética entre genótipos de romã oriundos do Norte do Paraná	93
<i>Gabriel Danilo Shimizu & Thais Cristina Morais Vidal</i>	
Variabilidade de frutos de bacurizeiro em diferentes procedências do estado do Pará	100
<i>Wallace José Carvalho Mendes, Brenda Karina Rodrigues da Silva, Dêmora Gomes de Araujo, Antonia Benedita da Silva Bronze, Denise Siqueira Pereira, Thayane Ferreira Miranda, Arthur Simões Taverny, Socorro Taynara Braga Cristo & Michelle Sousa Borges</i>	
Variabilidade genética por marcadores RAPD em progênes de bacabizeiro	107
<i>Antonia Benedita da Silva Bronze, Arthur Simões Taverny, Milton Guilherme da Costa Mota Socorro Taynara Braga Cristo, Renato Cavalcante Ferreira de Souza & Maria do Socorro Padilha de Oliveira</i>	
Estimativa de parâmetros genéticos em progênes de polinização aberta de bacabizeiro cultivadas em sistema agroflorestal	116
<i>Antonia Benedita da Silva Bronze, Socorro Taynara Braga Cristo, Arthur Simões Taverny, Brenda Karina Rodrigues da Silva, Milton Guilherme da Costa Mota, Thayane Ferreira Miranda, Danilo da Luz Melo, Paula Cristina Mendes Nogueira Marques & Eladivan Bandeira de Souza</i>	
Tecnologias de processamento e processamento mínimo	
Characterization of the jabuticaba residue dehydrated and lyophilized	124
<i>Izabela Mendes Zin, Karina Maria Olbrich dos Santos, Tatiana Pacheco Nunes, Adriano Gomes da Cruz & Ana Carolina Sampaio Doria Chaves</i>	
Vacuum infusion of pectin methylesterase and calcium maintains firmness of the fresh-cut strawberry	132
<i>M.A.G. Carnelossi, J.A. Brecht, D. Huber, L.M. Carvalho & S.A. Sargent</i>	
Dimensionamento e construção de secador para produção de uvas passas brasileiras	141
<i>Felix Emilio Prado Cornejo, Regina Isabel Nogueira, Daniela de Grandi Castro Freitas de Sá, Reginaldo Teodoro de Souza, João Dimas Garcia Maia & Patricia Ritschel</i>	
Avaliação da qualidade de frutos de maracujá BRS Perola do Cerrado (<i>Passiflora setacea</i>) influenciado pelo método de colheita	150
<i>Hilton L. Galvão, Clinimar O. Amaral, Marisa C.B. Ribeiro, Matheus G. R. Boechat & Sérgio A. Cenci</i>	

Qualidade biométrica de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ associada ao estágio de maturação	157
<i>Chiara Sanches Lisboa, Girlyne Veloso Pinheiro, Scarlath Pinheiro Furtado, Augusto César Vieira Neves Junior, Fabrício de Oliveira Reis & José Ribamar Gusmão Araujo</i>	
Farinha de coprodutos do processamento de acerola (<i>Malpighia emarginata</i> DC): caracterização física e físico-química	164
<i>Krystal Cardoso Soares Estefan de Paula, Lucas Martins da Silva, Solciaray Cardoso Soares Estefan de Paula, Cassiano Oliveira da Silva, Juliana Gonçalves Vidigal, Ligia Portugal Gomes Rebello & Kátia Yuri Fausta Kawase</i>	
Conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes condições de temperaturas	172
<i>Acácio Figueiredo Neto, Daíse Souza Reis & Raquel Mota Carneiro</i>	
Desenvolvimento de fruta laminada a partir de coproduto do processamento de purê de pêssego	180
<i>Nátali Silva Teixeira, Sergio Macedo Pontes, Renata Torrezan, Regina Isabel Nogueira, Daniela de Grandi Castro Freitas-Sá, Ana Cristina Richter Krolow & Virgínia Martins da Matta</i>	
Elaboração de couro de fruta a partir de polpa de manga	187
<i>Luciana Santos Rodrigues Costa Pinto, Wanêssa Pacheco, Deborah Santesso Bonnas, Vanessa Cristina Caron & Letícia Vieira Castejon</i>	
Qualidade de mamão ‘Golden’ minimamente processado recobertos com fécula de inhame, mucilagem de chia e óleo essencial de laranja doce	196
<i>Mariany Cruz Alves da Silva, Vanda Maria de Aquino Figueiredo, Ricardo Sousa Nascimento, Renato Pereira Lima, Tatiana Leite Bulhões, Eduardo Felipe da Silva Santos, Ana Lima Dantas & Silvanda de Melo Silva</i>	
Conservação pós-colheita de frutos de tangerineira ‘Ponkan’ sob diferentes temperaturas e recobrimentos biodegradáveis	206
<i>Renato Lima Dantas, Francisco de Assys Romero da Mota Sousa, Vanessa Maria Dantas Pedrosa, Rejane Maria Nunes Mendonça, Cristiane Rodrigues de Araújo Penna, Edileide Natália da Silva Rodrigues, Luana dos Santos Carneiro, Whesley Silva de Morais & Silvanda de Melo Silva</i>	
Influência do armazenamento de frutos de rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i> L.), em diferentes embalagens e ambientes	215
<i>Brenda Karina Rodrigues da Silva, Arthur Nazareno Marinho Oliveira, Thayane Ferreira Miranda, Arthur Simões Taverny, Antonia Benedita da Silva Bronze, Socorro Taynara Braga Cristo, Renato Cavalcante Ferreira de Sousa & Marcio Cardoso Mourão</i>	
Avaliação de frutos de bacabizeiro cultivados em sistema agroflorestal	224
<i>Thayane Ferreira Miranda, Antônia Benedita da Silva Bronze, Milton Guilherme da Costa Mota, Dênhora Gomes de Araujo, Eladivan Bandeira de Souza, Brenda Karina Rodrigues da Silva, Socorro Taynara Braga Cristo, Arthur Simões Taverny & Wallace José Carvalho Mendes</i>	
Compostos bioativos	
Potencial sensorial, nutricional e funcional de diferentes tipos de citros	231
<i>Maria Paula Pimenta Vilas Boas, Laís de Araújo Belico, Juliana Pinto de Lima & Eduardo Valério de Barros Vilas Boas</i>	
Compostos bioativos e atividade antioxidante em tangerina ‘Ponkan’ armazenada sob recobrimentos biodegradáveis	238
<i>Renato Lima Dantas, Vanessa Maria Dantas Pedrosa, Francisco de Assys Romero da Mota Sousa, George Henrique Camelo Guimarães, Rejane Maria Nunes Mendonça, Rosana Sousa da Silva, Ana Lima Dantas, Antônio Fernando da Silva & Silvanda de Melo Silva</i>	
Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de laranjeiras ‘Mimo-do- Céu’	247
<i>Antônio Fernando da Silva, Vanessa Maria Dantas Pedrosa, Renato Lima Dantas, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Leonardo da Silva Santos, Thiane de Lima Rodrigues, Kayonara Kadrini Ferreira Maurício, Jardel de Mesquita Melo & Silvanda de Melo Silva</i>	

Avaliação das características físico-químicas e da atividade antioxidante de frutos de diferentes cultivares de ameixeira	255
<i>Filipa Queirós, Paula Vasilenko, Mário Santos & Cláudia Sánchez</i>	

Seleção, embalagem, conservação e distribuição, logística de transporte e comercialização

Análise de mercado de açaí e perspectivas futuras no estado do Pará, Brasil	263
<i>Socorro Taynara Braga Cristo, Brenda Karina Rodrigues da Silva, Arthur Simões Taverny, Mônica Nazaré Corrêa Ferreira Nascimento & Ligiana Lourenço de Souza</i>	

HORTICULTURA HERBÁCEA (OLERICULTURA)

Ecofisiologia

Influência da iluminação LED no desempenho fotossintético e na produtividade da <i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> em substrato	272
<i>F. Pestana, J.N. Semedo, P. Scotti-Campos, C.M. Oliveira & M.G. Palha</i>	

Técnicas de produção incluindo rega e fertilização

Variación en propiedades físicas en sustratos reutilizados y su influencia en crecimiento y desarrollo de fresa	280
<i>Eduilkar Saldaña Yangüez, Joel Pineda Pineda, Roberto Rivera Del Río, Mateo Vargas Hernández & Edilberto Avitia García</i>	

Nitrato em <i>Acmella oleracea</i> sob deficiência de macronutrientes e boro	289
<i>Diego Alves Peçanha, Marta Simone Mendonça Freitas, Paulo Cesar dos Santos, Thaísa Capato Lima, Marlene Evangelista Vieira, Almy Junior Cordeiro de Carvalho</i>	

Eficácia de um compostado de resíduos da cunicultura aplicado ao solo em diferentes momentos antes da transplantação de alface	296
<i>Luis Miguel Brito, Rúben Ferreira, Isabel Mourão & João Coutinho</i>	

Tecnologias de processamento e processamento mínimo

Efeito da água ozonizada em diferentes concentrações no controle de microrganismos e na qualidade físico-química de morango armazenado	304
<i>Wallas Ferreira, Ernandes Alencar, Hanna Alves & Jaqueline Ribeiro</i>	

Efeitos da pré-hidratação e da cocção no teor de antocianinas e na atividade antioxidante de grãos de lentilha	314
<i>Guilherme Cassão Marques Bragança, Bianca Pio Ávila, Gabriela Dutra Alves, Luis Otávio Pereira Cardozo, William Peres, Jander Luis Fernandes Monks, Moacir Cardoso Elias</i>	

Proteção fitossanitária

Efeito de adjuvantes e pontas de pulverização sobre a deposição de calda na cultura da cebola	320
<i>Robinson Luiz Contiero, Denis Fernando Biffe & José Usan Torres Brandão Filho</i>	

Influência da aplicação de composto orgânico nas características do solo e no controlo biológico de nematodes em cenoura	326
<i>Lúisa Coelho, Mário Reis, Francisco Bueno-Pallero, Carlos Guerrero & Maria Albertina Gonçalves</i>	

Deposição da calda de pulverização em plantas de batata, cultivar Atlantic: efeito de pontas e volumes de aplicação	334
<i>Dagoberto Martins, Sidnei Roberto de Marchi & Neumárcio Villanova da Costa</i>	

Supressão da mancha bacteriana do pimentão pela rizobactéria <i>Bacillus methylotrophicus</i> GF266	342
<i>Nadson de Carvalho Pontes, Miriam Fumiko Fujinawa, Adelmo Golynski & Anselmo Afonso Golynski</i>	
Avaliação da resistência de cultivares de feijoeiro ao fungo <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> em condições controladas	351
<i>Fernando Santos, Isabel Mourão, Sofia R. Costa, L. Miguel Brito & Luísa Moura</i>	
Seleção, embalagem, conservação e distribuição, logística de transporte e comercialização	
Qualidade microbiológica de hortaliças comercializadas em feiras livres do município de Unaí, MG, Brasil	359
<i>Luisa S.F. Fernandes, Karielly A. Andrade, Thaís G. Xavier, Tania P. da Silva, Jaqueline L. Ribeiro, Amanda M.S. Araújo, Luciane da C. Barbé, Débora R. Orlando, Getúlio N. Almeida & Cláudia B.P. Bento</i>	
Melhoramento genético e seleção de cultivares	
Avaliação agronómica de acessos portugueses de coentro (<i>Coriandrum sativum</i> L.) tendo a cultivar brasileira Santo como uma testemunha	367
<i>Orlanda Viamonte Póvoa, Noémia Machado Farinha, C. Pereira & S. Farinho</i>	
Propagação e caracterização de material	
Qualidade fisiológica de sementes peletizadas de tomate	375
<i>Layanne Muniz Sprey & Sidney Alberto do Nascimento Ferreira</i>	
Efeito da secagem na qualidade fisiológica de sementes de tomate	384
<i>Layanne Muniz Sprey & Ernando Balbinot</i>	
Floral induction, production and seed quality of parsley cultivars as influenced by plants vernalization periods	392
<i>Cibele Chalita Martins, Carla Gomes Machado, Mauricio Feis Ganz Sanches & Roberval Daiton Vieira</i>	
Compostos bioativos	
Perfil químico de compostos orgânicos de diferentes genótipos de frutos imaturos de <i>Capsicum chinense</i> utilizando cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas (CG-EM)	400
<i>Aminthia Pombo Sudré da Silva, Sthefanny de Almeida Neto, Antonio André da Silva Alencar, Sergio Luis Cardoso & Maria Cristina Canela</i>	
Outras áreas	
Adequação do teste tetrazólio para concentração, temperatura e tempo de embebição, e sua influência na qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico	408
<i>Cândido Alves da Costa, João Batista C. Menezes, Josiany Thamara Alves de Souza, Delacyr da Silva Brandão Junior, Humberto Alencar Paraíso, Luan Souza de Paula Gomes & Guilherme Brandão Santos</i>	

HORTICULTURA ORNAMENTAL

Efeito do estresse hídrico sob a produção de flores de <i>Lisianthus</i>	415
<i>Patricia Angélica Alves Marques, Maria Eugênia do Amaral Richter, María Alejandra Moreno, Hugo Thaner dos Santos & Osvaldo Nogueira de Sousa Neto</i>	
Eficiência do uso da água em calêndula irrigada	423
<i>Catariny Cabral Aleman & Patricia Angélica Alves Marques</i>	

Tipologia do jardim residencial e biodiversidade em aldeamentos de luxo no litoral centro-algarvio	430
<i>Inês Isabel João; Paula Gomes da Silva & José António Monteiro</i>	

Estratégias para a sustentabilidade da horticultura ornamental em Portugal	439
<i>J.M. Costa, R. Silvestre, P. Vilanova & M.E. Ferreira</i>	

HORTICULTURA URBANA E PERIURBANA

Questões emergentes na rega em agricultura urbana face às crises da água num panorama geográfico global	447
<i>P.B. Luz & M.E. Ferreira</i>	

HORTICULTURA BIOLÓGICA (ORGÂNICA)

Efeios de diferentes tipos de cobertura de solo no cultivo de pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.)	456
<i>Paulo Fortes Neto, Elizabeth Duarte, Nara Fortes, Artur Saraiva, Raquel Costa & Eliana Silva</i>	

Efeito da aplicação de fertilizantes orgânicos ao solo na produtividade de culturas hortícolas no modo de produção biológico	464
<i>Rui Pinto, Luis Miguel Brit, Isabel Mourão & João Coutinho</i>	

Adesão e resistência a práticas de agricultura biológica entre agricultores familiares: reflexões a partir de uma abordagem com grupos focais	472
<i>Cristina Parente, Mafalda Gomes, Cristina Amaro da Costa, Celso Pais, Ana Aguiar⁶, Helena Esteves Correia & Daniela Teixeira Costa</i>	

Apadrinhamento de árvores de fruto produzidas em modo de produção biológico através da plataforma You Go Bio	484
<i>Pedro Salvador, Luís Miguel Brito & Sofia Gomes</i>	

Avaliação da produção biológica de <i>Stevia rebaudiana</i> para consumo em fresco e seco na região NW de Portugal	494
<i>Glória Areias dos Santos, José Sousa, Isabel Mourão, Virgílio Peixoto, L. Miguel Brito & Luísa Moura</i>	

VITICULTURA

Extração aquosa do bagaço de uva ‘Merlot’ resultante de vinificação tinta: obtenção de fibras alimentares e compostos fenólicos	504
<i>Thaisi Barcellos, Carolina Beres, Erika Fraga, Regina Isabel Nogueira, Caroline Melinger-Silva & Karina Maria Olbrich dos Santos</i>	

The effect of topography on the spatial variability of grapevine vegetative and reproductive components	510
<i>Gonçalo Victorino, Ricardo Braga & Carlos M. Lopes</i>	

VINBOT – um robô terrestre para viticultura de precisão	517
<i>Carlos M. Lopes, João Graça, G. Victorino, Robert Guzmán, Albert Torres³, Miguel Reys, André Barriguinha, Ricardo Braga & Ana Monteiro</i>	

OLIVICULTURA

Qualidade de azeites de oliva comercializados em Maringá	524
<i>Robinson Luiz Contiero, Cassia Ines Lourenzi Franco, Osnil Alves Camargo Junior, Lilian Yukari Yamamoto & Kamila Ulchak Meira</i>	
Qualidade de azeites de oliva extravirgens produzidos no Brasil	531
<i>Adelia F. Faria-Machado, Allan E. Wilhelm, Andréa M.M. Guedes, Adelson F. Oliveira, Luiz Fernando O. da Silva, Emerson D. Gonçalves, Rogério O. Jorge, Marcelo Scofano, Humberto R. Bizzo & Rosemar Antoniassi</i>	
Avaliação em coleção de quatro cultivares autóctones de oliveira produtoras de azeitona de mesa	537
<i>C. Inês, R. Arias-Calderón, M.C. Gomez-Jimenez & A.M. Cordeiro</i>	
Genetic diversity assessment in Portuguese <i>Olea europea</i> L. cultivars using the combinatorial β -Tubulin-based polymorphism (cTBP) marker system	545
<i>Hélia Cardoso, Alexandre Ferreira, Elisete Santos Macedo, Augusto Peixe & Birgit Arnholdt-Schmitt</i>	

PLANTAS MEDICINAIS E AROMÁTICAS

O desenvolvimento de doenças do solo em estêvia pode ser controlado com a aplicação de composto orgânico?	553
<i>Luísa Coelho, Mário Reis & Lídia Dionísio</i>	
Avaliação da eficácia de diferentes métodos de desinfecção em <i>explants</i> de cardo (<i>Cynara cardunculus</i> L.)	561
<i>D.V.T.A. Costa, D. Santos & P. Barracosa</i>	
Influence of light on micropropagation of <i>Pterospartum tridentatum</i> ecotypes: Malcata, Gardunha and Orvalho	566
<i>Joana Domingues, José Carlos Gonçalves & Clayton Debiasi</i>	

OUTRAS

Effect of different nutritional basal media culture on <i>in vitro</i> development of <i>Arbutus unedo</i> L.	575
<i>Nelson Farinha, José Carlos Gonçalves & Clayton Debiasi</i>	
Óleo de palma de alto oleico produzido no Brasil	581
<i>Adelia Ferreira de Faria-Machado, Allan Eduardo Wilhelm, Andrea Madalena Maciel Guedes, Humberto Ribeiro Bizzo, Marcos Ene Chaves Oliveira, Roberto Yokoyama, Pedro Paulo Vianna Borges & Rosemar Antoniassi</i>	
Rooting and survival of cork oak (<i>Quercus suber</i> L.) cuttings	587
<i>Maria Margarida Ribeiro, Joana Raimundo & Sara Amâncio</i>	
A utilização de filmes de cobertura biodegradáveis na produção hortofrutícola novos desafios no mercado Luso-Brasileiro	596
<i>Raquel Costa, Artur Saraiva, Eliana Silva, Paulo Fortes Neto, Nara Fortes & Elizabeth Duarte</i>	
Doenças de culturas hortícolas diagnosticadas na Clínica Fitopatológica Prof. Hiroshi Kimati entre os anos de 2006 e 2016	603
<i>Liliane de Diana Teixeira & Ana Luíza Homsí Galesi</i>	
Caracterização da gestão da fertirrega e aplicação de produtos fitofarmacêuticos em culturas sem solo em Portugal	611
<i>Miguel G. Santos, Isabella Roncon, Ruth Pereira, Susana M.P. Carvalho</i>	
Papel da cultura <i>in vitro</i> na preservação da biodiversidade: microestacaria <i>in vitro</i> e indução de embriogénese somática em castas minoritárias de videira.....	620
<i>Pinto-Sintra A.L, Augusto D., Falco V. & Oliveira A.A.</i>	
Dona Maria: uma uva de mesa Portuguesa para a promoção da saúde.....	628
<i>Ana Lúcia Pinto-Sintra, Sónia Gonçalves, Ana Margarete Oliveira, Edgar Lopes, Hélder Oliveira, Fernando Nunes, Francisco Peixoto, Alfredo Aires</i>	

Propagação de porta-enxertos potenciais de pessegueiro por estacas lenhosas com uso de AIB

Kelly Nascimento Silva¹, Claudio Horst Bruckner², Carlos Eduardo Magalhães dos Santos² & José Osmar da Costa e Silva²

¹ Universidad de Córdoba, Córdoba – Espanha, *z52nasik@uco.es*

² Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – Brasil, *bruckner@ufv.br*

Resumo

A obtenção de porta-enxerto de pessegueiro através de sementes apresenta como inconveniente a segregação genética para porta-enxertos obtidos através da hibridação. Em vista disso, a propagação dos mesmos através da estaquia torna-se uma prática com possibilidade de utilização, visando à obtenção de material com fidelidade genética e de fácil execução. Entretanto, certos genótipos podem apresentar baixo enraizamento com este método de propagação. Desta forma, a utilização do ácido indolbutírico (AIB) pode propiciar maior percentual de enraizamento por estacas, entretanto, a concentração ideal de aplicação deste biorregulador não está definida para cada genótipo de pessegueiro. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de diferentes concentrações de AIB no enraizamento de estacas de pessegueiro. Estacas de oito genótipos porta-enxertos de pessegueiros, nomeados: 506, 1701-2, 102-1, 102-2, 202-1, UFV 186, UFV 286 e 'Okinawa' foram tratadas com AIB nas concentrações de 0, 2.000 e 4.000 mg.L⁻¹ e colocadas para enraizamento. O experimento foi conduzido em esquemas de parcelas subdivididas, delineamento inteiramente casualizado, 5 repetições e 10 estacas por unidade experimental. Após 90 dias da aplicação do AIB foram avaliadas: porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento da maior raiz e número de folhas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Scott-Knot a 5% de probabilidade. Os tratamentos com a aplicação das concentrações 2.000 e 4.000 mg.L⁻¹ AIB aumentaram significativamente o número de estacas vivas, número de raízes por estaca, comprimento médio da maior raiz, número de folhas, não havendo diferença significativa entre as concentrações aplicadas. A utilização de AIB proporcionou, nos genótipos maior porcentagem de estacas enraizadas. O genótipo 506 apresentou os melhores percentuais de enraizamento para as concentrações de AIB testadas, com 26, 82 e 90% de enraizamento, respectivamente, nas concentrações 0, 2.000 e 4.000 mg.L⁻¹.

Palavras-chave: *Prunus persica*, estaquia, fidelidade genética, enraizamento, ácido indolbutírico

Abstract

Propagation of potential peach rootstocks by cuttings with IBA use.

Hybrid peach rootstock propagated by seeds can result plants with different heights and growth traits due genetic segregation. The propagation by cuttings possibilities to obtain plants with genetic fidelity and uniformity. However, the rooting ability can vary among the rootstock genotypes, so that specific treatments can be necessary for an efficient propagation. Thus, the treatments with indolbutyric acid (IBA) can increase the rooting percentage of the cuttings; however, the dose of this bio regulator has to be optimized for each peach genotype. The aim of this study was to

evaluate the influence of different concentrations of IBA on rooting of cuttings of eight peach genotypes. Hardwood branches without leaves of eight peach rootstocks genotypes (506, 1701-2, 102-1, 102-2, 201-1, UFV 186, UFV 286 and 'Okinawa') were treated with 0, 2.000 and 4.000 mg.L⁻¹ IBA. The experiment was performed in an entirely randomized split-plot design with three main plot factors (IBA concentrations) and eight sub factors (rootstock genotypes). Ninety days after the treatment with IBA, the percentage of cuttings living, rooted were evaluated as soon as the number of roots per cutting, average length of the largest root and leaf number. The data were submitted to analysis of variance and Tukey's test and Scott-Knott tests, at 5% probability. The cuttings treated with 2.000 and 4.000 mg.L⁻¹ IBA increased significantly the number of live cuttings, root number per cutting, length of the largest root, leaf number, fresh and dry weight of the roots in all genotypes tested, with no significant difference between the two concentrations. The IBA treatment increased significantly the rooting of the cuttings. The best rooting rate was obtained by genotype 506, with 26, 82 and 90% rooting, respectively, at 0, 2.000 and 4.000 mg.L⁻¹ IBA.

Keywords: *Prunus persica*, cutting, genetic fidelity, rooting, indolbutyric acid

Introdução

A principal forma de produção de mudas comerciais de pessegueiro é através da enxertia. A planta propagada por este método de propagação vegetativa é constituída basicamente por duas partes: o enxerto e o porta-enxerto. Dentre os principais problemas que a cultura do pessegueiro apresenta no Brasil, a falta de homogeneidade das plantas decorrente da propagação sexuada dos porta-enxertos merece destaque. Essa situação é agravada ainda mais na região Sul do País, onde são utilizados caroços advindos de diversas cultivares copas híbridas, obtidos de indústrias processadoras de pêssego, o que aumenta a variabilidade genética dos porta-enxertos (Mayer et al., 2005). As principais limitações do uso de sementes como porta-enxerto são o vigor elevado e a variabilidade genética, que associada a possibilidade da ocorrência de polinização cruzada e autofecundações de híbridos em pessegueiros, proporcionam um crescimento desuniforme nas plantas (Souza, 2014). Neste sentido, se faz necessário a propagação vegetativa dos porta-enxertos, visando manter as características genéticas de determinado cultivar.

Dentre os métodos de propagação vegetativa com possibilidade de serem empregados, a estaquia seria mais indicada. A propagação por estaquia tem baixo custo e facilidade de execução, porém o percentual de enraizamento das estacas é muito variável, dependente de um grande número de fatores internos e externos, tais como potencial genético da planta, balanço hormonal, tipo de estaca, condição fisiológica da planta mãe, época do ano para coleta, tipo de substrato, dentre outros (Wagner Júnior et al., 2011)

Para a cultura do pessegueiro, de maneira geral, este método apresenta baixo percentual de enraizamento para as cultivares e nem sempre é viável, principalmente quando realizada com estacas lenhosas (Hoffmann et al., 2003). Entretanto o emprego de biorreguladores vegetais, além de outras técnicas, como nebulização, pode aumentar a porcentagem de enraizamento de estacas de pessegueiros (Wagner Júnior et al., 2011).

A aplicação de biorreguladores vegetais é a técnica mais utilizada para tentar maximizar o percentual de enraizamento de estacas. O ácido indolbutírico (AIB) é o biorregulador mais empregado e mais eficiente no enraizamento de plantas (Dutra et al., 1998). Vários trabalhos têm demonstrado que o uso de AIB é eficiente na emissão de

raízes, entretanto, a concentração ótima do biorregulador de crescimento em cada cultivar de pêssigo ainda não é bem definida (Mindêllo Neto et al., 2004).

No Brasil ainda são incipientes as iniciativas do uso de métodos de propagação vegetativa em escala comercial para a produção de porta-enxertos de pessegueiros. Apesar dos inúmeros trabalhos de pesquisa já realizados com a estaquia, a alporquia e a micropropagação, viveiristas e fruticultores ainda encontram muitas dificuldades para adotar um método vegetativo viável para a propagação de porta-enxertos do gênero *Prunus* spp (Mayer et al., 2012). Dessa forma, é importante realizar estudos que busquem soluções para carências existentes nesta área da fruticultura.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes genótipos combinados com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de genótipos porta-enxertos de pessegueiros.

Material e métodos

O trabalho foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) Pomar do Fundão, Galpão Pós-colheita e em casa de vegetação pertencentes à UEPE/Pomar Campus do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada no município de Viçosa, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Brasil.

Foram coletadas estacas lenhosas sem folhas de oito genótipos de pessegueiro que apresentavam seis anos de idade. Dos oito genótipos coletados, sete foram advindos do Programa de Melhoramento Genético do Pessegueiro (*Prunus persica*) da UFV, cujas nomenclaturas são: 506, 1701-2, 102-1, 102-2, 202-1, UFV 186, UFV 286 e as genealogias apresentadas no Quadro 1. O genótipo 'Okinawa' foi incluído no trabalho por se tratar do porta-enxerto mais difundido no Brasil para as fruteiras do gênero *Prunus* e por possuir padrões conhecidos de enraizamento de suas estacas (Chagas et al., 2008).

Após coletado, o material vegetativo, estas estacas foram tratadas com AIB nas concentrações de 0, 2.000 e 4.000 mg.L⁻¹ e posteriormente colocados para enraizamento em casa de vegetação.

Os tratamentos foram arrançados em parcelas subdivididas 8x3 (8 genótipos e 3 concentrações de AIB) considerando como parcela as concentrações de AIB e como sub parcela os genótipos. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com cinco repetições e 10 estacas por unidade experimental. Após 90 dias da instalação do experimento, foram avaliados os seguintes parâmetros: Porcentagem de enraizamento; número de raízes por estaca e comprimento da maior raiz (cm). A partir dos dados obtidos foi avaliado o efeito dos fatores (concentrações de AIB e genótipos) no enraizamento através da análise de variância, e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey e Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando-se o programa SAEG.

Resultados e Discussão

Com base na análise de variância dos dados, os resultados para porcentagem de estacas enraizadas para combinações de oito genótipos e três concentrações de AIB apresentou interação entre os fatores estudados (Quadro 2).

Estes resultados demonstram a diferença do potencial de enraizamento em diferentes genótipos, Segundo Simão (1998) todas as raízes que não são do eixo embrionário são consideradas adventícias, e a capacidade que um caule tem para emitir raízes é característica varietal. O genótipo 506 apresentou, isoladamente, o maior percentual de enraizamento. Este genótipo foi obtido a partir da polinização aberta do

genótipo 1701-1 (Talismã X Adafuel), como descrito no Quadro 1. Entretanto o genótipo 1701-2 apresentou as piores performances de enraizamento neste trabalho e possui a mesma origem que o genótipo 506, porém não foi advindo de polinização aberta. É possível que tenha ocorrido segregação dos genes relacionados com a capacidade de enraizamento entre 1701-1 e 1701-2, recombinação na autofecundação de 1701-2 ou mesmo hibridação entre 1701-1 com outro genótipo, uma vez que a autofecundação pode não ter ocorrido em função de que o pessegueiro, embora seja classificado como autógama, possua pequena taxa de cruzamento.

Ainda, de acordo com o Quadro 2, o tratamento com AIB aumentou significativamente a porcentagem de estacas enraizadas para alguns genótipos. Os genótipos 506, 102-1, UFV 186 e UFV 206 apresentaram melhores resultados quando houve aplicação de AIB, entre as concentrações de 2.000 e 4.000 mg.L⁻¹ não havendo diferença significativa entre as duas concentrações. Para os genótipos 102-2 e 202-1 a concentração que propiciou maior enraizamento foi 2.000 mg.L⁻¹. As demais concentrações (0 e 4.000 mg.L⁻¹) resultaram em enraizamento análogo. Para os genótipos 'Okinawa' e 1701-2 foram obtidos os piores resultados, com porcentagens quase nulas de enraizamento em todas as concentrações testadas, não havendo diferença significativa entre as três concentrações avaliadas.

Houve efeito da concentração de AIB e o número de raízes por estacas (Quadro 3). O tratamento com AIB aumentou significativamente o número de raízes por estaca, indicando que este regulador além de aumentar percentual de estacas enraizadas, proporciona a emissão de um maior número de raízes.

As maiores médias foram observadas quando houve aplicação do ácido indolbutírico, sem diferença estatística entre as concentrações 2.000 mg.L⁻¹ e 4.000 mg.L⁻¹ na ausência de AIB as médias foram baixas.

O comprimento da maior raiz foi, também, de modo geral, positivamente influenciado pelo AIB (Quadro 3). Estacas tratadas com o biorregulador AIB apresentaram raízes maiores do que as não tratadas, não diferindo o comprimento entre as concentrações 2.000 mg.L⁻¹ e 4.000 mg.L⁻¹. Estacas não tratadas com AIB apresentaram comprimento médio da maior raiz de 3,07 cm. Já as estacas tratadas apresentaram comprimentos de 11,57 cm e 9,7 cm para as respectivas concentrações de 2.000 mg.L⁻¹ e 4.000 mg.L⁻¹. Ocorrendo um incremento de 2,1 cm de comprimento de raiz na concentração de 2.000 mg.L⁻¹ quando comparadas com a concentração de 4.000 mg.L⁻¹.

O efeito foi positivo no comprimento da maior raiz, pelo uso do AIB, possivelmente permitiu a antecipação na emissão das raízes, o que possibilitou maior período de crescimento das mesmas (Oliveira et al., 2005). Não é interessante que uma estaca apresente uma ou poucas raízes, mas sim diversas raízes com bom desenvolvimento, pois na prática possibilita obter melhor sobrevivência das mudas após o transplante (Mindêllo Neto et al., 2008).

De acordo com o Quadro 3, observou-se diferença significativa na emissão de folhas pelas estacas quando se utilizou AIB. O número de folhas emitidas nas estacas tratadas com AIB não diferiu entre si, para a concentração de 2.000 mg.L⁻¹ o número médio de folhas foi (11,55) e para a concentração 4.000 mg.L⁻¹ a média teve uma pequena redução (10,69) mas ambas tiveram número médio significativamente superior em relação à concentração testemunha em que não houve aplicação de AIB, apresentando apenas a média de (2,99). O incremento de 0,86 do número de folhas, verificado para a concentração de 2.000 mg.L⁻¹, pode ser importante em termos práticos. Após o transplante da muda para o campo, esse acréscimo propicia um aumento da taxa

fotossintética da muda, que pode diminuir as taxas de mortalidade no campo e aumentar as chances de sobrevivência, além de um desenvolvimento mais rápido e vigoroso.

Conclusões

O genótipo 506 apresentou, isoladamente, o melhor desempenho percentual de enraizamento em todas as doses de AIB testadas, com 26, 84 e 90% de enraizamento, respectivamente, nas doses 0, 2.000 e 4.000 mg.L⁻¹. O tratamento com AIB aumentou o número de estacas enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio da maior raiz e número de folhas, não havendo diferença significativa entre as doses 2.000 e 4.000 mg.L⁻¹.

Referências

- Bruckner, C.H. 1987. Ocorrência de nanismo em ameixeiras (*Prunus Salicina* Lindl.) enxertadas sobre pessegueiros (*Prunus persicae* (L.) Batasch.). In: IX Congresso Brasileiro de Fruticultura. Campinas, p.107-109.
- Chagas, E.A., Pio, R., Neto, J.E.B., Sobierajski, G.D.R., Dall'orto, F.A.C. & Signorini, G. 2008. Enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro e clones de umezeiros submetidos à aplicação de AIB. *Ciência e Agrotecnologia* 32(3):986-991.
- Dutra, L.F., Tonietto, A. & Kersten, E. 1998. Efeito da aplicação de ethefon em ameixeira (*Prunus salicina*) e do AIB no enraizamento de suas estacas. *Scientia Agrícola* 55(2):296-304.
- Hoffmann, A., Nachtigal, J.C. & Bernardi, J. 2003. Sistema de produção de pêssego de mesa na região da serra gaúcha. <<http://www.embrapa.br>>.
- Mayer, N.A., Pereira, F.M. & Santos, J.M. 2005. Resistência de clones de umezeiro e cultivares de pessegueiro a *Meloidogyne incognita* (Nemata: Heteroderidae). *Revista Brasileira de Fruticultura* 27(2):335-337.
- Mayer, N.A., Vargas, D.P., Cunha, P.M.D., Pereira, J.F.M. & Ueno, B. 2012. Clonagem de porta-enxertos de pessegueiro em citropotes. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, Bento Gonçalves, p.5310-5313.
- Mindêllo Neto, U.R., Júnior, A.A.B. & Hirano, E. 2004. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de dois porta-enxertos de pessegueiro. *Revista Brasileira Agrociência* 10(4):433-437.
- Mindêllo Neto, U.R., Telles, C.A. & Biasi, L.A. 2008. Enraizamento adventício de estacas semilenhosas de cultivares de pessegueiro. *Scientia Agraria* 9(4):565-568
- Oliveira, A.P.D., Nienow, A.A. & Calvete, E.O. 2005. Qualidade do sistema radicular de estacas semilenhosas e lenhosas de pessegueiro tratadas com AIB. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27(2):346-348.
- Simão, S. 1998. Tratado de Fruticultura. Piracicaba: Fealq, 1998. 700p.
- Souza, A.L.K. 2014. A clonagem de porta-enxertos afeta o comportamento inicial a campo de plantas de pessegueiro. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Pelotas.
- Wagner Júnior, A.W., Neves, L.G., Pessoni, L.A., Alexandre, R.S. & Bruckner, C.H. 2011. Melhoramento de porta-Enxertos. In: Bruckner, C.H. Fundamentos do Melhoramento de Fruteiras. Viçosa: UFV, 2001. 202p.

Quadro 1 - Genealogia dos genótipos utilizados no experimento.

GENEALOGIA		
GENÓTIPO	♀	♂
506	1701-1 (Talismã x Adafuel)	P.A
1701-2	Talismã	Adafuel
102-1	Okinawa	GN 22
102-2	Okinawa	GN 22
202-1	Okinawa	GN 9
UFV 186	?	?
UFV 286	?	?
Okinawa	Plantas nativas de Ilhas Ryuku / Okinawa	

*P.A = Polinização aberta
? = (Bruckner, 1987)

Quadro 2 - Porcentagem de estacas vivas enraizadas para combinações de oito genótipos e três concentrações de AIB. Médias seguidas com a mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Genótipo	Estacas vivas enraizadas (%)		
	Concentração (mg.L ⁻¹)		
	0	2000	4000
506	26 Ab	82 Aa	90 Aa
1701-2	8 Ba	22 Ca	14 Ca
102-2	8 Bb	38 Ba	22 Cb
102-1	0 Bb	18 Ca	32 Ba
202-1	0 Bb	26 Ca	12 Cb
UFV 186	10 Bb	46 Ba	36 Ba
UFV 286	2 Bb	46 Ba	36 Ba
Okinawa	0 Ba	8 Ca	10 Ca
C.V (%) Parcela			77,01
C.V (%) Sub Parcela			53,26

Quadro 3 - Valores médios do número de raiz por estaca, comprimento de raiz e número de folhas para aplicação de diferentes concentrações de AIB. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Concentrações (mg.L ⁻¹)	Raiz/Estaca	Comprimento da maior raiz (cm)	Número de Folhas
0	1,45 b	3,07 b	2,99 b
2000	7,87 a	11,57 a	11,55 a
4000	12,49 a	9,47 a	10,69 a

Caracterização morfoagronômica de frutos de uxizeiros de diferentes procedências do estado do Pará

Arthur Simões Taverny, Socorro Taynara Braga Cristo, Brenda Karina Rodrigues da Silva, Thayane Ferreira Miranda, Antonia Benedita da Silva Bronze, Marcio Cardoso Mourao, Paula Cristina Mendes Nogueira Marques, Danilo da Luz Melo & Michelle Sousa Borges

Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Presidente Tancredo Neves 2501, 66077-530 Belém, PA, Brasil, arthurtaverny@hotmail.com

Resumo

O uxizeiro (*Endopleura uchi* (Huber) Cuatrecasas) pertencente à família Humiriaceae, é disperso por toda a região amazônica brasileira tendo seu centro de origem no estado do Pará. Ainda é uma cultura de caráter exploratório. Para domesticação da espécie é de fundamental importância a seleção de matrizes visando dar aporte ao desenvolvimento de atividades comerciais. Objetivou-se neste trabalho avaliar as características morfoagronômicas de frutos de *E. uchi* (Huber) Cuatrecasas de diferentes procedências, visando a identificação de matrizes com potencial agroindustrial. Os frutos foram coletados em 5 localidades do estado do Pará entre os meses de janeiro a abril de 2017, período de safra do fruto. As características morfoagronômicas avaliadas foram: comprimento de fruto, comprimento de semente, diâmetro de fruto, diâmetro de semente, espessura de epicarpo, espessura de mesocarpo, massa do fruto, massa de mesocarpo mais epicarpo, rendimento de mesocarpo e tempo de maturação. Os dados foram avaliados no programa ASSISTAT 7.7 Beta, submetidos à análise de variância Anova e feita a correlação entre as características avaliadas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Pôde observar diferenças significativas entre as procedências, sendo os frutos de Tomé-Açu com médias mais significativas em relação as demais procedências avaliadas. Para a variável espessura de polpa ocorreu diferenciação entre as localidades, sendo as procedências Ilha do Combu, Santa Izabel, Santa Barbara e Vigia com as menores médias, contudo para rendimento de polpa essas procedências, com exceção da Ilha do Combu, obtiveram médias superiores. Relacionado as correlações os maiores valores ocorreram entre massa do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto. Os frutos de uxizeiros apresentaram alta variabilidade entre as procedências, com matrizes de alto potencial para rendimento agrônomo. O município de Tomé-Açu é a área com maior potencial para seleção de matrizes.

Palavras-chave: *Endopleura uchi*, Humiriaceae, uxi, variabilidade, fruticultura.

Abstract

Morfoagronomic characterization of uxi fruits from different locations of the state of Pará.

The uxizeiro (*Endopleura uchi* (Huber) Cuatrecasas) belonging to the family Humiriaceae, is dispersed throughout the Brazilian Amazon region having its origin center in the state of Pará. It is still an exploratory culture. For domestication of the specie it is of fundamental importance the selection to support the development of commercial activities. The objective of this work was to evaluate the morphoagronomic characteristics of *E. uchi* (Huber) Cuatrecasas fruits from different locations, aiming the

identification of matrices with agroindustrial potential. The fruits were collected in five localities in the state of Pará between the months of January and April of 2017, period of harvest of the fruit. The morphoagronomic characteristics evaluated were: fruit length, seed length, fruit diameter, seed diameter, bark thickness, pulp thickness, fruit mass, pulp mass plus bark, pulp yield and maturation time. The data were evaluated in the ASSISTAT 7.7 Beta program, submitted to Anova analysis of variance and the correlation between the characteristics evaluated. The averages were compared by the Tukey test at the 5% probability level. It could observe significant differences between the provenances, being the fruits of Tomé-Açu with averages more significant in relation to the other provenances. For the variable pulp thickness, there was a differentiation among the localities, with Ilha do Combu, Santa Isabel, Santa Barbara and Vigia being the lowest, but for pulp yield, these provenances, with the exception of the Island of Combu, obtained higher averages. Regarding the correlations, the highest values occurred between fruit mass, fruit length, fruit diameter. The fruits of uxizeiros exhibited high variability among the sources, with matrices of high potential for agronomic yield. The municipality of Tomé-Açu is the area with the greatest potential for selection of matrices.

Keywords: *Endopleura uchi*, Humiriaceae, uxi, variability, fruticulture.

Introdução

O uxizeiro (*Endopleura uchi* (Huber) Cuatrecasas) pertence à família Humiriaceae é originário da Amazônia brasileira, encontrando-se disperso praticamente em todos os Estados dessa região, porém com maior abundância e frequência nos estados do Pará e Amazonas (Menezes & Homma, 2012). O uxi também é conhecido como uxi-ordinário, uxi-verdadeiro, uxiliso, axuá, cumatê, pururu (Borges, 2010), uxi-amarelo e uxi-pucu (Prance & Silva, 1975).

O uxizeiro é uma espécie de uso múltiplo (fruto e madeira), nativa da Amazônia Brasileira (Carvalho et al., 2007). O mercado para a venda desses frutos ainda não é preparado, o que ainda favorece a venda da madeira (Shanley & Gaia, 2004). Muitas famílias têm manejado intensivamente as árvores nas regiões próximas a Belém, uma vez que há um mercado em expansão na área periurbana durante os meses de frutificação, gerando renda para essas famílias (Shanley et al., 2002).

A polpa desta Humiriaceae possui característica carnosa, farinácea e oleosa, com sabor e cheiro peculiar, muito agradável e consumida tanto in natura, pura ou com farinha de mandioca, constituindo um importante complemento na alimentação dessa população (Cavalcante, 1991) quanto para indústria produzindo polpas, sorvetes, cremes, refrescos, doces, iogurtes, licores e picolé. É considerado um alimento importante para a subsistência de muitas comunidades rurais (Almeida et al., 2012). A casca é amplamente comercializada em feiras, mercados e até mesmo em farmácias, sendo prescrita sua utilização na forma de maceração ou chá, para o tratamento de artrite, colesterol, diabete e como anti-inflamatório (Corrêa, 1984) e, além disso, sua casca também é muito utilizada para o tratamento de doenças do aparelho reprodutor feminino.

Pelo exposto por Carvalho et al. (2007) apesar da importância socioeconômica e boa aceitação do fruto do uxi para consumo in natura e uso na agroindústria, a produção é, predominantemente, oriunda de atividades extrativistas, sendo poucos os pomares comerciais, devido a diversos fatores como dificuldade de propagação relacionado com a dormência das sementes e informações sobre o cultivo.

Por ser uma espécie não domesticada no Estado do Pará encontram-se populações naturais de uxizeiros com alta variabilidade, cujos frutos apresentam diferenças de tamanho, cor, peso, formato, rendimento de polpa, os quais florescem e frutificam entre os meses de outubro a dezembro e os frutos caem entre fevereiro e maio. Porém, em áreas manejadas próximas de Belém, como Boa Vista, Viseu e Mosqueiro, algumas árvores frutificam-se novamente nos meses de julho e agosto (Shanley & Gaia, 1998; Shanley & Medina, 2005). As árvores adultas podem produzir até 2 mil frutos pequenos ou até 300 frutos grandes (Menezes & Homma, 2012).

Dada a relevância do *E. uchi* (Huber) Cuatrecasas e a escassez de trabalhos referentes principalmente em relação às características morfoagronômicas, considerando a ampla variabilidade das populações naturais é necessário a seleção de frutos com potencial genético para o cultivo racional da espécie. Para Fenner (1993), a caracterização e avaliação de frutos é um instrumento importante para detectar variabilidade genética dentro de populações da mesma espécie para ser explorada em programas de melhoramento. A escassez de estudos científicos de frutos exóticos oriundos da Amazônia contribui para o desinteresse no aproveitamento destes. Uma pesquisa que avalie as propriedades de seus frutos pode contribuir para o conhecimento do potencial sensorial, funcional e de comercialização (Machado, 2015). Por estes fatores este trabalho tem o objetivo de caracterizar os frutos da *E. uchi* (Huber) Cuatrecasas de diferentes localidades do estado do Pará.

Material e Métodos

Os frutos de uxizeiros foram coletados em cinco localidades do Estado do Pará: Tomé-Açu, Ilha do Combu, Santa Izabel, Alça Viária, Vigia e Santa Barbara, nos meses de janeiro a abril de 2017, período de safra do fruto. Do local de coleta de cada localidade, os frutos foram transportados em sacos de polietileno para o Centro de Tecnologia Agropecuária da Universidade Federal Rural da Amazônia – Belém – Pará, onde foram selecionadas amostras de acordo com o grau de maturação dos frutos, sendo homogeneizadas buscando padronizar o grau de maturação dos frutos, sendo considerados os mais imaturos e íntegros para o estudo. Após a seleção ficaram acondicionados em temperatura ambiente (25 °C) sendo feita verificação diária para avaliação da maturação dos frutos. Para avaliação do ponto de maturação padronizado foi de acordo com a dureza do mesocarpo dos frutos de cada repetição, quando todos os frutos da repetição apresentaram uma redução na resistência a pressão, a ponto de ceder, eram tidos como maduros e em ótimo ponto para consumo humano.

Foram avaliadas as seguintes características, utilizando-se a metodologia adaptada de Carvalho et al. (2007), comprimento de fruto (CF); comprimento de semente (CS); diâmetro de fruto (DF); diâmetro de semente (DS); espessura de epicarpo (EEP), mensurada com o paquímetro digital, expressos em milímetro (mm); espessura de mesocarpo (EM), calculada através da espessura de epicarpo mais mesocarpo coletadas em três pontos equidistantes na porção mediana do fruto e subtraído, da média desses três pontos, a espessura de epicarpo, mensurados com paquímetro digital expressa em milímetros; massa do fruto (MF) e massa do mesocarpo (MM), sendo a MM considerada a massa do epicarpo mais mesocarpo, determinadas por meio de pesagem em balança semi analítica, expressos em gramas; tempo de maturação (TM) avaliado através da diferença de dias entre a data da coleta até o ponto de amadurecimento do fruto; e rendimento de polpa e epicarpo (RPE %) obtido através da fórmula $RPE(\%) = \frac{MF - MS}{MF} * 100$.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com 6 tratamentos (frutos das diferentes procedências) em 6 repetições com 5 frutos,

totalizando 30 frutos por tratamento. Os dados foram organizados em planilhas utilizando o software Excel e analisados com o auxílio do software de análise estatística Assistat 7.7 Beta, submetidos à análise de variância Anova. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de tempo de maturação e tendimento Porcentual de polpa foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$, com base em Pimentel-Gomes (1990).

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância referentes à caracterização morfoagronômica dos frutos de uxizeiro utilizando-se o modelo fator de variação, estão apresentados no (quadro 1). Com exceção da característica diâmetro da semente (DS) cujo valor de F não foi significativo, foram observadas diferenças significativas entre as diferentes procedências para as demais variáveis analisadas, evidenciando a ampla variabilidade fenotípica e agrônômica para essas características.

Para Albuquerque et al. (2014), a variabilidade dos frutos de uxizeiros são influenciados por vários fatores, ente eles, os bióticos e abióticos, assim como a genética da espécie, neste caso podemos atribuir os resultados também a esses fatores, visto que as procedências coletadas são de vegetação nativa e de áreas manejadas com cultivo racional, localizados no estado do Pará.

No que se refere a massa do fruto das diferentes matrizes, os frutos oriundos do município de Tomé-Açu apresentaram frutos maiores, com média estatística de 91,72 g, já o município de Santa Barbara obteve os menores frutos, pesando 46,66 g. A média da procedência que se destacou é superior do encontrado por Alves et al. (2004) avaliando frutos de uxizeiros de diferentes matrizes do município de Tomé Açu, onde encontrou frutos com peso médio de 67,3 g, segundo o mesmo autor essa característica, embora seja de componente genético, é dependente do número de frutos que se formam em um ramo, os quais tendem a apresentar uma menor massa quando esse número é elevado. Já Albuquerque et al., (2014) analisando frutos de uxi provenientes do município de Capitão Poço, relataram frutos com massa total variando de 27,83 - 37,77 g, resultado este inferior até da procedência que apresentou a menor média estatística para essa característica nesse trabalho. Contudo tal resultado desse trabalho pode estar relacionado também, ao fato de que os frutos oriundos de Tomé-Açu são de área de cultivo racional em Sistema Agroflorestal (SAF), os quais recebem manejo adequado de acordo com a necessidade da cultura.

Os frutos provenientes de Santa Barbara obtiveram as menores médias para comprimento do fruto de 5,16 cm; diâmetro do fruto com 3,70 cm; comprimento da semente em média 4,26 cm; espessura do epicarpo e mesocarpo em torno de 0,77 mm e 2,77 mm, respectivamente. Porém com média superior do relatado por Albuquerque et al. (2014), ao analisar biometricamente frutos de uxizeiros no município de Capitão Poço, apresentaram comprimento do fruto entre 4,84 - 5,04 cm; diâmetro do fruto com cerca de 3,42 - 3,54 cm; comprimento da semente variando entre 4,77 - 4,98 cm e diâmetro da semente em torno de 2,34 - 2,43 cm.

Quanto ao tempo de maturação dos frutos houve uma variação entre as diferentes procedências em torno de cinco dias (fig. 1), com maiores tempos para vigia e santa barbara, Carvalho et al. (2007), relata que a maturação mesmo em frutos de uma mesma planta-mãe e que sofrem abscisão em um mesmo momento não é uniforme devido não estarem no mesmo estágio, devido muitos frutos sofrerem ação do vento e caírem antes do ponto ideal de maturação. Segundo Alves et al. (2004), quando o fruto se desprende da planta-mãe, ainda não está em condições de consumo, sendo necessário de três a cinco dias para o fruto completar a maturação, quando exala o aroma

característico da fruta e o mesocarpo com consistência mole, visto que se trata de frutos climatéricos.

O rendimento percentual de polpa variou de 35% a 50%. Sendo os frutos oriundos da Ilha do Combu que apresentaram o menor rendimento de polpa (fig. 2). Média superior do determinado por Carvalho et al. (2007), utilizando frutos de procedências de Santa Izabel e Tome-Açu, relatando valores entre 26% a 45%. Esta variável é fundamental quando visa o mercado de frutas processadas, como na agroindústria de polpas e farmacêutica.

Para Botezelli et al. (2000), estas variações de um município para o outro pode estar associada às influências climáticas e edáficas de cada localidade de coleta dos frutos, pois mesmo pertencendo a uma só espécie, em cada localidade, as plantas estão sujeitas a variações que acabam por ressaltar certos aspectos de sua composição genética, no caso do uxizeiro essa variação pode também ocorrer por se tratar de uma espécie nativa e com populações naturais com alta variabilidade, sendo sua explorada de forma extrativista pelas comunidades da Amazônia oriental.

As estimativas de correlações fenotípicas entre nove caracteres dos frutos de uxizeiro (quadro 2), a elevada e positiva correlação entre a massa do fruto e diâmetro do fruto ($r = 0,99$), massa do fruto com o comprimento do fruto ($r = 0,91$) e a correlação da massa do fruto com a massa de mesocarpo ($r = 0,871$), indica que frutos de maior peso representa frutos com maior diâmetro, comprimento e massa de mesocarpo, os caracteres referentes ao tamanho do fruto (comprimento e diâmetro) apresentaram estimativas positivas com a massa de mesocarpo, fato que assegura que a seleção de frutos grandes, principalmente de maior diâmetro, resulte em maior quantidade de polpa. Ressalta-se que não houve significância na correlação entre o rendimento percentual de polpa e a massa dos frutos, a primeira foi observada correlação com a espessura de mesocarpo ($r = 0,61$), o que indica que a seleção de frutos com uma boa espessura de mesocarpo resulta em um bom rendimento polpa, como visto os frutos da procedência de Tomé Açu que apresentaram frutos maiores, com maior espessura de mesocarpo obtendo maior quantidade de polpa. Estes resultados são semelhantes do encontrado por Alves et al. (2004) em características físicas e químicas do fruto do uxizeiro, onde também não foi observada correlação entre o peso dos frutos e o rendimento porcentual de polpa. Já esta última característica apresentou alta correlação com a espessura da polpa ($r = 0,91$).

Conclusões

Os frutos de uxizeiros apresentaram alta variabilidade entre as procedências, com matrizes de alto potencial para rendimento agrônômico.

O rendimento percentual de polpa está fortemente correlacionado com o comprimento da semente, espessura de epicarpo e espessura de mesocarpo de fruto de *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrecasas. A correlação do rendimento porcentual de polpa obteve resultados próximos da inexistência linear com as características comprimento de fruto e diâmetro de fruto.

O município de Tomé-Açu é a área com maior potencial para seleção de matrizes de *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrecasas abrangendo frutos com características desejáveis para plantio racional.

Referências

- Albuquerque, E.M., Silva, M.K.F., Silva, A.C.M.da, Olotergui, R.S. & Silva, R.T.L. 2014. Biometria de frutos de uxi, em vegetação nativa de Capitão Poço – PA. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer 10(19):2787-2796.

- Almeida, L.S., Gama, J.R.V., Oliveira, F.A., Carvalho, J.O.P., Gonçalves, D.C.M. & Araújo, G.C. 2012. Fitossociologia e uso múltiplo de espécies arbóreas em floresta manejada, Comunidade Santo Antônio, município de Santarém, estado do Pará. *Acta Amazônica* 42(2):185-194.
- Alves, S.D.M., Carvalho, J.E.U. & Müller, C. 2004. Características físicas e químicas do fruto do uxizeiro. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 18, Florianópolis. Tecnologia competitividade sustentabilidade: Anais. Florianópolis: SBF.
- Borges, J.C.M. Acetilbergenina: obtenção e avaliação das atividades antinociceptiva e anti-inflamatória. 2010. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Pará, Belém.
- Botezelli, L., Davide, A.C. & Malavasi, M.M. 2000. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). *Cerne* 6(1):9-18.
- Carvalho, J.E.U., Nazaré, R.F.R. & Nascimento, W.M.O. 2003. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25(2):326-328.
- Carvalho, J.E.U., Müller, C.H. & Benchimol, R.L. 2007. Uxizeiro: botânica, cultivo e utilização. Embrapa Amazônia Oriental. Belém-PA, 1ª edição, 107p.
- Cavalcante, P.B. 1991. Frutas comestíveis na Amazônia. *Museu Emílio Goeldi* v.5, 279p.
- Cavalcante, P.B. 2010. Frutas comestíveis na Amazônia. *Museu Emílio Goeldi* v.7, 282p.
- Corrêa, M.P. 1984. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. v.6, 764p.
- Cruz, E.D., Carvalho, J.E.U. 2003. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis* cf. *venulosa* Mart. & Eichler - Sapotaceae). *Acta Amazonica* 33:389-398.
- Cruz, E.D., Carvalho, J.E.U., Leão, N.V.M. 2001a. Métodos para superação da dormência e biometria de frutos e sementes de *Parkia nitida* Miquel. (Leguminosae Mimosoideae). *Acta Amazonica* 31:167-177.
- Cruz, E.D., Martins, F. O., Carvalho, J.E.U. 2001b. Biometria de frutos e sementes de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Botânica* 24:161-165.
- Fenner, M. 1993. Seed ecology. London: Chapman & Hall. 151p.
- Gusmão, E., Vieira, F.A., Fonseca Júnior, E.M. 2006. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.) *Revista Cerne* 12(1):84-91.
- Machado, P.D.S. 2015. Caracterização do Uxi (*Endopleura uchi*) em três estádios de desenvolvimento. 97p. Dissertação (mestrado acadêmico), Universidade Federal de Lavras
- Menezes, A.J.E.A. & Homma, A.K.O. 2012. Recomendações para o plantio do uxizeiro. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, Comunicado Técnico 23, 5 p. ISSN: 1983-0505
- Pimentel-Gomes, F. 1990. Curso de estatística experimental 13ª ed. (pp.383-401). Piracicaba: Nobel.
- Prance, G. & Silva, M. 1975. Árvores de Manaus. 17. ed. Manaus: CNPq, INPA. 118p.
- Shanley, P. & Gaia, G. 2004. A “fruta do pobre” se torna lucrativa: a *Endopleura uchi* Cuatrec, em áreas manejadas próximo a Belém. p.219-240. In: Alexiades, M.N. & Shanley, P. (Ed.). *Productos forestales, médios de subsistencia y conservación: estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables*. v. 3. Bogor Barat: CIFOR.

Shanley, P., & Medina, G. 2005. Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica. CIFOR, Imazon. 300 p. ISBN 85-88808-02-1

Shanley, P., Luz, L. & Swingland, I.R. 2002. The faint promise of a distant market: a survey of Belém's trade in non-timber forest products. *Biodiversity and Conservation* 11(4):615-636.

Quadro 1 - Avaliação de frutos de uxizeiro (*Endopleura uchi* (Huber) Cuatrecasas) para massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), comprimento da semente (CS), diâmetro da semente (DS), espessura do epicarpo (EEP) e espessura de mesocarpo (EM).

Procedência	Características						
	MF	CF	DF	CS	DS	EEP	EM
	g	cm	cm	cm	cm	mm	mm
Tomé Açú	91,72 a	6,44 a	4,71 a	5,59 a	3,48 a	0,93 a	5,20 a
Ilha Combu	71,38 b	6,09 ab	4,27 b	5,18 a	3,63 a	0,81 ab	2,66 c
Santa Izabel	56,58 bcd	5,88 ab	3,88 bcd	5,33 a	3,31 a	0,84 ab	3,04 c
Alça Viária	66,31 bc	5,84 ab	4,15 bc	5,15 a	3,14 a	0,85 ab	3,96 b
Vigia	51,91 cd	5,69 bc	3,82 cd	4,99 ab	2,94 a	0,81 ab	3,24 bc
Santa Barbara	46,66 d	5,16 c	37,02 d	4,26 b	3,08 a	0,77 b	2,77 c
F	16,51 **	9,09 **	16,03 **	6,07 **	2,00 ns	3,60 *	28,24 **
CV%	15,34	6,02	5,56	8,86	13,77	8,39	12,69

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 < p < 0,05$), ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); (ns) não significativo ($p \geq 0,05$).

Quadro 2 - Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres rendimento porcentual de polpa (RPE %), massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), comprimento de semente (CS), diâmetro de semente (DS), espessura de epicarpo (EEP), espessura de mesocarpo (EM), massa de mesocarpo (MM) avaliados de frutos de *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrecasas de seis procedências no estado do Pará.

	RPE	MF	CF	DF	CS	DS	EEP	EM	MM
TM	-0,24 ns	-0,47 **	-0,49 **	-0,44 **	-0,37 *	-0,13 ns	-0,30 ns	-0,32 ns	-0,4050 *
RP		0,09 ns	-0,06 ns	0,09 ns	0,30 ns	-0,36 *	0,32 ns	0,61 **	0,4754 **
MF			0,91 **	0,99 **	0,58 **	0,56 **	0,43 **	0,71 **	0,8701 **
CF				0,90 **	0,65 **	0,60 **	0,33 *	0,52 **	0,7268 **
DF					0,54 **	0,57 **	0,41 *	0,70 **	0,8521 **
CS						0,04 ns	0,49 **	0,48 **	0,7356 **
DS							-0,02 ns	0,12 ns	0,2158 ns
EEP								0,50 **	0,5724 **
EM									0,9062 **

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 < p < 0,05$), ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); (ns) não significativo ($p \geq 0,05$).

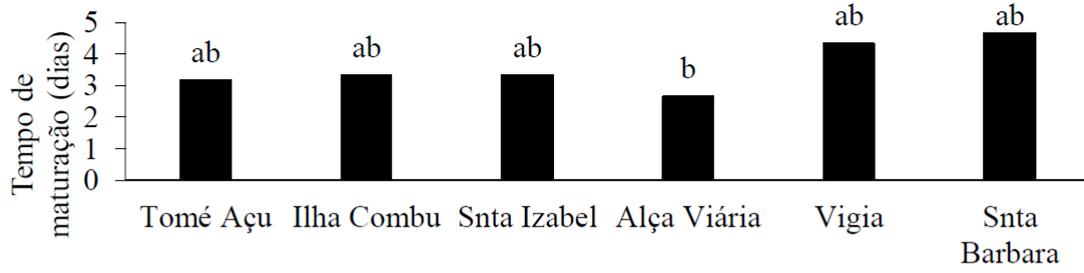


Figura 1 – Tempo para maturação dos frutos de *E. uchi* (Huber) Cuatrec. de diferentes localidades do estado do Pará.

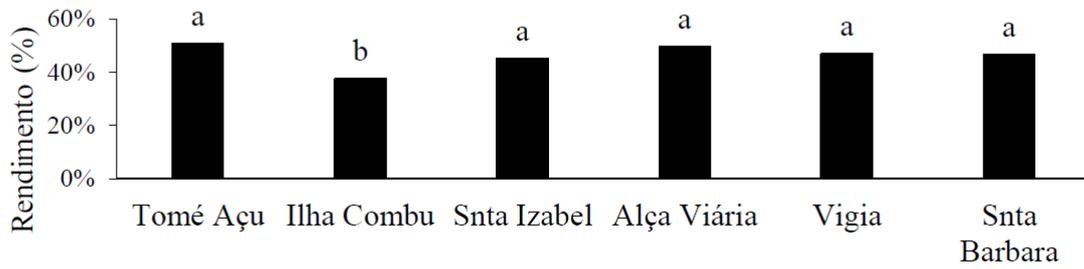


Figura 2 – Rendimento de polpa em porcentagem de frutos de *E. uchi* (Huber) Cuatrec. de diferentes localidades do estado do Pará.

Variação sazonal do conteúdo em fotoassimilados em folhas e frutos de pera ‘Rocha’

Anabela Bernardes da Silva¹, Susana Silvestre¹, Jorge Marques da Silva¹, Marília Antunes², Ana Rita Matos¹, João Arrabaça¹, Délio Raimundo³, Jorge Soares³, Bárbara Rodrigues⁴, Sandra Pires⁴, Daniel Ribeiro⁴, Carmo Martins⁵ & Miguel Leão de Sousa⁶

¹ BioISI, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016, Lisboa, Portugal
arsilva@fc.ul.pt, jmlsilva@fc.ul.pt, armatos@fc.ul.pt, jdarrabaca@fc.ul.pt

² Centro de Estatística e Aplicações, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal, mcreis@fc.ul.pt

³ Campotec, S.A, EN 9, Zona Industrial de Casalinhos de Alfaiata, 2560-393 Silveira, Torres Vedras, Portugal, jorge.soares@campotec.pt

⁴ Hidrosoph, Lda, Rua Alcárcova de Baixo, 54 Sala C, 7000-841 Évora, Portugal, daniel@hidrosoph.com

⁵ COTHN – Estrada de Leiria S/N, 2460-059 Alcobaça, carmo@cothn.pt

⁶ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., ENFVN, Portugal, miguel.leao@iniav.pt

Resumo

A fotossíntese, base da produção de matéria orgânica nas plantas, depende muito das condições edafoclimáticas. Na ausência de stress hídrico e/ou nutricional, depende da eficiência na interceção de radiação e respetiva conversão em assimilados. Em pomares de pera ‘Rocha’ do Oeste com diferentes localizações e modelos de produção, determinaram-se parâmetros fotossintéticos e conteúdo em fotoassimilados para avaliar a eficiência do controlo e monitorização da rega pelo sistema *Smart Irrigation Management - Hidrovolution*TM (Hidrosoph, Portugal). Os dados obtidos mostraram que a capacidade fotossintética das folhas sob luz saturante (Amax) não foi afetada pela radiação solar média, que foi sempre mais elevada numa das parcelas. A Amax e o índice de performance fotoquímica (PIabs) foram máximos próximo da colheita, diminuíram com a senescência das folhas e pouco diferiram entre as parcelas, embora tendessem a ter maiores valores nos pomares de maior densidade. A eficiência máxima potencial do PSII apresentou sempre valores que não indiciam stress significativo, 0,80-0,84, confirmando a não-limitação da capacidade fotoquímica primária. O conteúdo em fotoassimilados das folhas e frutos, determinado entre maio e agosto, realçou a importância da fotossíntese das folhas no desenvolvimento dos frutos. Quando a capacidade fotossintética das folhas foi máxima, o amido, sacarose e glucose decresceram sem que a frutose e sorbitol variassem significativamente, enquanto nos frutos aumentou a sacarose, sorbitol e frutose. No período pós colheita, diminuiu a capacidade fotossintética das folhas mas aumentou o seu teor em açúcares, corroborando a importância que tivera o transporte de sacarose e sorbitol das folhas para o fruto durante a sua fase de crescimento, potenciado pelo aumento de glucose resultante da hidrólise do amido nas folhas. A análise destes indicadores fisiológicos revelou-se um complemento fundamental para avaliação da eficiência dos modelos de produção em estudo, incluindo a disponibilidade hídrica monitorizada pelo sistema implantado, ajudando na compreensão das dinâmicas bioquímicas e sua relação com o ciclo da cultura.

Palavras-chave: *Pyrus communis*, fotossíntese, açúcares solúveis, amido.

Abstract

Seasonal variation of photoassimilates content in leaves and fruits of 'Rocha' pear.

Organic matter production depends on photosynthesis, which in turn is strongly related with soil and climate conditions. In the absence of water stress and nutrient deficiencies, photosynthesis depends on light interception and conversion efficiency into assimilates. Photosynthetic parameters and assimilate content were evaluated in 'Rocha' pear orchards with different locations and production models. One of the orchards showed high levels of incident radiation without affecting *maximum* photosynthetic rates (A_{max}). A_{max} and the photochemical performance index (PI_{abs}) were higher near harvest, decreased with leaves senescence and did not differ significantly between orchards, despite the tendency to present higher values in higher density orchards. Values between 0,80 and 0,84 for maximum potential efficiency of PSII did not indicate physiological stress, confirming that the primary photochemistry is not impaired. Leaves and fruits photoassimilates content evaluated between May and August enhanced the importance of leaf photosynthesis in fruit growth. When leaf photosynthetic rates were higher, starch and sucrose decreased without significant variations in glucose, fructose and sorbitol, while in the fruits sucrose, sorbitol and fructose increased. After harvest, leaf photosynthetic rates decreased and sugar content increased, highlighting the importance of sugars transport from leaves to fruits, namely sucrose, and also glucose resulting from starch hydrolysis. Physiological analysis of these parameters showed to be an important complement to evaluate production efficiency of different orchard models, helping to understand biochemical dynamics and their relation with crop cycle.

Keywords: *Pyrus communis*, pear, photosynthesis, soluble sugars, starch.

Introdução

Há mais de duas décadas foi antecipado por Ildefonso Saraiva (1992), que “*a fruticultura moderna será a especialidade agrícola e profissional de exploração científica e lucrativa de selectas fruteiras...*”, tal como tem vindo a ocorrer com a pera 'Rocha' do Oeste. Neste sentido, o projeto Aqua+(Pro) (PRODER 4.1 Cooperação para a Inovação, nº 44894) envolveu produtores e investigadores na exploração e desenvolvimento experimental de um sistema de rega inteligente de elevada precisão, *Smart Irrigation Management - Hidrorevolution™* (Hidrosoph, Portugal), em pomares de pera 'Rocha' de quatro sub-regiões distintas da zona do Oeste com diferentes modelos de produção. A pera 'Rocha' do Oeste é produzida na orla marítima desde Sintra até Leiria e tem Denominação de Origem Protegida (DOP) desde 2003. Atualmente, a produção de pera 'Rocha' é de aproximadamente 210.000 toneladas anuais, sendo o produto agrícola com maior quota de certificação e elevada vocação exportadora, que no caso de alguns operadores é de aproximadamente 70% (GPP, 2015). Duas das características da zona de produção da pera 'Rocha' que a tornam particularmente adequada para a cultura são as temperaturas médias anuais amenas e a radiação solar relativamente elevada e com poucas flutuações sazonais (Saraiva, 1992).

A fotossíntese, base da produção de matéria orgânica nas plantas, depende muito do meio edafo-climático. Em condições não limitantes de nutrientes, depende essencialmente da eficiência da captação da radiação e da disponibilidade de água (Sinclair & Hori, 1989). Nas plantas, as folhas são o principal local de produção de recursos, através da utilização da energia da luz na assimilação de carbono inorgânico

em hidratos de carbono, podendo a exportação de fotoassimilados das folhas para os tecidos heterotróficos corresponder a 80% do carbono fixado na fotossíntese (Anuradha *et al.*, 2017). Nos frutos clorofilinos, as trocas gasosas são complexas (Ho *et al.*, 2008). A fixação de CO₂ nos frutos equilibra frequentemente o que é libertado durante o dia pela respiração mitocondrial, mas não é suficiente para compensar a contínua perda de CO₂ que se mantém também no período de escuridão (Blanke & Lenz, 1989). É o carbono exportado pelas folhas que assegura a fase de maior desenvolvimento dos frutos (Teng *et al.*, 2002; Teo *et al.*, 2006; Hudina *et al.*, 2007). Assim, quer a fotossíntese, quer a partição de hidratos de carbono têm sido parâmetros fisiológicos importantes para calcular o vigor e o desenvolvimento em árvores de fruto (Lakso & Flore, 2003; Sousa, 2013).

Neste trabalho, avaliou-se a eficiência do controlo e monitorização da rega pelo sistema *Smart Irrigation Management - Hidrovolution™* (Hidrosoph, Portugal) em pomares com diferentes modelos de produção de pera ‘Rocha’, através da determinação da: i) capacidade foliar de fixação e assimilação fotossintética do carbono ao longo do desenvolvimento dos frutos; ii) exportação de fotoassimilados das folhas para os frutos; iii) capacidade foliar de fixação e assimilação do carbono no período pós-colheita.

Material e métodos

Material vegetal: Realizaram-se ensaios em parcelas de quatro pomares de *Pyrus communis* cv ‘Rocha’, designados por Ruiva, Junqueira, Brejo e Rol, localizados respetivamente em Acipreste, Cela, Alfeizerão e Lourinhã, zonas distintas da região do Oeste. As parcelas em estudo também diferem nas densidades de plantação, suscetibilidades à alternância, técnicas de produção e necessidades hídricas (Silvestre *et al.*, 2014a). Nos pomares foram instaladas sondas no solo, de forma a controlar e monitorizar a rega pelo *Smart Irrigation Management - Hidrovolution™* (Hidrosoph, Portugal). Em 3 árvores representativas de cada pomar realizaram-se mensalmente medições em folhas de verdascas totalmente expandidas (maio, mês 5, a outubro, mês 10) e em frutos em desenvolvimento (maio, mês 5, a agosto, mês 8). As temperaturas e irradiâncias ocorridas no período em estudo (2014) foram obtidos pelas estações meteorológicas do Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional (COTHN), com os dados da Cela a serem usados nas parcelas denominadas por Ruiva e Junqueira e os dados respeitantes à estação de Alfeizerão usados na parcela denominada por Brejo. Para a quarta parcela, na Lourinhã (Rol), não foi possível obter esses dados.

Fotossíntese: A taxa fotossintética foi medida em 2 folhas não-destacadas por árvore com um analisador de gases por infravermelhos (LCpro+ Adc BioScientific Ltd, Great Amwell, Hertfordshire, UK) em condições controladas e irradiâncias crescentes (curvas A/I), permitindo determinar a fotossíntese máxima a luz saturante (A_{max}), tal como descrito em Nunes *et al.* (2009). O funcionamento do aparelho fotoquímico foi avaliado com recurso a um fluorómetro de excitação contínua (Plant Efficiency Analyser, Hansatech Ltd., Norfolk, U.K.). Foram analisadas 16 folhas por árvore. Após adaptação, *in situ*, das folhas ao escuro (10 minutos), foi aplicado um pulso de luz saturante (3500 μmol m⁻² s⁻¹) com 1 s de duração. A fase rápida da indução de fluorescência foi automaticamente registada e o sinal obtido analisado, permitindo o cálculo do índice de performance fotoquímica (PIabs) e do rendimento quântico máximo potencial do fotossistema II (Fv/Fm) (Silvestre *et al.* 2014b).

Extração e determinação de açúcares solúveis e amido: Amostras de folhas e

frutos recolhidas mensalmente foram rapidamente congeladas em azoto líquido e mantidas a -80°C até posterior extração, num total mensal de 6 amostras por tecido e parcela em estudo. Os açúcares solúveis foram extraídos de acordo com Guy *et al.* (1992) e determinados espectrofotometricamente (Sucrose/D-Glucose/D-Fructose assay kit, UV method, Boehringer Mannheim / R-Biopharm e D-sorbitol colorimetric assay kit, Sigma-Aldrich). A fração insolúvel foi utilizada na determinação do amido após hidrólise, como descrito em Sebastiana *et al.* (2016).

Análise estatística: A evolução dos parâmetros ao longo dos meses foi avaliada graficamente para efeitos exploratórios. Considerando o conjunto de dados para todas as quintas, foram ajustados modelos de regressão para os parâmetros em função do tempo (mês) e quinta de proveniência da observação. Foram ajustados modelos lineares e quadráticos no tempo, optando-se pelo melhor modelo de acordo com o resultado do teste F para comparação de modelos encaixados. Os modelos de regressão permitiram testar a diferença entre quintas para um mesmo mês de observação (teste de Wald). Foram considerados estatisticamente significativos os resultados de testes com p-value associado <0.05 .

Resultados e discussão

A temperatura média mensal entre maio e outubro não variou significativamente em qualquer das estações (Alfeizerão e Cela), nem entre si (resultados não apresentados). A temperatura média mensal nesse período mais quente foi de $18,1^{\circ}\text{C} \pm 4,2$ e $18,2 \pm 3,9^{\circ}\text{C}$, respetivamente para Alfeizerão e Cela. As temperatura médias anuais situaram-se entre os valores exigidos para pereiras, 13 a 17°C (Saraiva, 1992).

A radiação solar acumulada acresceu significativamente ao longo do tempo, com um acréscimo médio de 240 MW m^{-2} de maio a outubro nas duas estações. No entanto, a estação de Alfeizerão (próxima do Brejo) registou sempre maiores valores que a de Cela, que abarca a Ruiva e Junqueira. Em média, a radiação solar acumulada em maio e outubro foi cerca de 160 e 400 MW m^{-2} na estação de Alfeizerão e 60 e 300 MW m^{-2} na de Cela. A radiação solar relativamente elevada e com poucas flutuações sazonais, é particularmente adequada para a cultura de pereiras (Saraiva, 1992).

A capacidade fotossintética a luz saturante (A_{max}) não variou entre as parcelas, aumentando a partir de maio até atingir o máximo (20 a $22 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) próximo da época da colheita (julho) e decrescendo acentuadamente (cerca de 40%) no período pós-colheita com o aumento da senescência das folha (Fig. 1A). O rendimento quântico da fotossíntese não variou ao longo do tempo, nem entre as parcelas (resultados não apresentados), indicando que a utilização da energia da luz na fixação de carbono não estava também limitada a irradiâncias não saturantes. O facto da A_{max} ser idêntica nas quatro parcelas e do rendimento quântico da fotossíntese também não variar, mostra que nestes modelos de produção foram asseguradas práticas culturais, incluindo regime hídrico, que permitem elevada capacidade de utilização da energia da luz solar na fixação fotossintética do carbono, desde irradiâncias não saturantes a saturantes. No entanto, o índice de performance fotoquímico (PI_{abs}) embora máximo próximo da colheita (julho e agosto), tal como a A_{max} , diferiu significativamente entre as parcelas em análise (Fig. 1B). Os valores de PI_{abs} foram idênticos no Rol e Junqueira e sempre mais elevados nestes do que na Ruiva, enquanto no Brejo não foram significativamente diferentes das restantes parcelas. A eficiência potencial máxima do PSII (Fv/Fm) variou ao longo do tempo com um padrão idêntico à A_{max} e PI_{abs} e foi menor no Brejo, mas apresentou sempre valores que não indiciam stress significativo, entre $0,80$ - $0,84$. De um modo geral, considera-se que uma planta não sujeita a stress na altura da medição

apresenta valores entre 0,78-0,84 (Bjorkman & Demmig, 1987). No seu conjunto, estes resultados mostram que as diferenças na radiação solar existente entre algumas das parcelas não limitaram a captação da energia da luz e a disponibilidade hídrica assegurou a abertura estomática adequada para a fixação do CO₂.

Em *Pyrus communis* cv 'Rocha', o conteúdo em fotoassimilados que variaram significativamente ($p < 0,05$) durante o desenvolvimento das folhas (fig. 2) e frutos (fig. 3) mostrou que o padrão de variação ao longo de tempo de cada hidrato de carbono nas folhas ou nos frutos, foi semelhante em todas as parcelas. No entanto, o conteúdo de cada hidrato de carbono pode variar nas diferentes parcelas. Assim, as principais diferenças foram: i) o amido decresceu nas folhas e frutos até à altura da colheita, aumentando nas folhas a partir daí, sempre com um teor mais elevado no Brejo, seguido da Junqueira e igualmente menor na Ruiva e Rol; ii) a sacarose variou nas folhas de modo idêntico ao amido, também com mais sacarose sempre no Brejo e menos no Rol, enquanto foi aumentando nos frutos sem que existissem diferenças entre as parcelas; iii) a frutose aumentou ao longo do desenvolvimento dos frutos, triplicando entre maio e agosto, e sempre mais elevada no Brejo do que em qualquer das outras parcelas. Também o conteúdo médio de sorbitol passou de 2-3 μmol por g de peso seco de fruto, respectivamente em maio e agosto, sem que houvesse alteração dos valores médios nas folhas que foram sempre próximos de 9 $\mu\text{mol cm}^{-2}$ de folha. A glucose dos frutos não variou significativamente tendo sido obtido mensalmente em todas as parcelas valores médios próximos de 50 μmol por g de peso seco de fruto. O conteúdo em glucose das folhas decresceu de maio a agosto, aumentando ligeiramente desde a época da colheita até à queda das folhas, e foi maior na Junqueira. A frutose das folhas não varia ao longo do tempo e apresenta sempre menores valores que a glucose (resultados não apresentados). Em síntese, ao longo do desenvolvimento dos frutos, o amido, sacarose e glucose decresceram nas folhas sem que a frutose e sorbitol variassem significativamente, enquanto nos frutos aumentou a sacarose, sorbitol e frutose.

O amido, um homopolímero de glucose insolúvel que armazena grande quantidades de carbono orgânico, não pode ser diretamente transportado. Quando a capacidade fotossintética (Amax) aumenta, o decréscimo do amido nas folhas sem que aumente a glucose resultante da sua hidrólise, indica a utilização na síntese de outros hidratos de carbono. O decréscimo de sacarose determinado nesses condições e o aumento nos frutos, sugere o transporte da folha para o fruto. Noutras cultivares de pera, o conteúdo em sacarose e glucose da folha apresentou flutuações ao longo do tempo atingindo picos máximos no início de maio e fim de julho (Hudina *et al.*, 2007). Numa análise mês a mês também encontramos algumas flutuações que não invalidaram a significância das regressões utilizada na análise dos resultados. O facto do sorbitol não variar na folha não exclui a sua síntese a partir da hidrólise do amido e subsequente transporte para o fruto. É sabido que o sorbitol é sintetizado a partir de glucose essencialmente nas folhas e que pode ser oxidado a frutose nos frutos (Bosetto *et al.*, 1992, Nii *et al.*, 1994, Gutierrez *et al.*, 1996). Nos frutos, a acumulação de sacarose e frutose que determinámos ao longo do desenvolvimento é uma característica comum. Em várias espécies, incluindo em *Pyrus*, essa acumulação resulta do transporte de sacarose e sorbitol da folha para o fruto (Noiraud *et al.*, 2001, Watari *et al.*, 2004, Hudina *et al.*, 2007), o que corrobora os resultados apresentados. As diferenças significativas ($p < 0,05$) assinaladas entre as parcelas mostram um maior conteúdo em amido e sacarose nas folhas recolhidas no Brejo e menor no Rol, enquanto nos frutos o Brejo tem mais frutose que qualquer outra parcela e menos amido que o Rol. No Brejo, onde a radiação solar foi sempre mais elevada, a Amax e PIabs foram semelhantes a qualquer das outras parcelas pelo que as diferenças observadas não deverão resultar de

diferente capacidade de síntese de hidratos de carbono da folha. É possível que existam diferenças entre as parcelas no transporte para o fruto e no seu metabolismo, mas a dinâmica desses processos implica mais investigação como tem vindo a ser feito noutras variedades (*e. g.* Shen *et al.*, 2017).

Conclusões

Em pomares com diferentes modelos de produção de pera ‘Rocha’, com controlo e monitorização da rega pelo sistema *Smart Irrigation Management - Hidrovolution*TM (Hidrosoph, Portugal), a variação da capacidade fotossintética (Amax) ao longo do ciclo de produção e no período pós-colheita foi sempre idêntica. Este resultado, corroborado por parâmetros obtidos pela fluorescência da clorofila *a*, mostram que as práticas culturais asseguraram sempre a adequada captação da energia da luz e abertura estomática para fixação do inorgânico e conseqüente formação de açúcares.

O conteúdo em fotoassimilados determinado ao longo do desenvolvimento dos frutos e até à senescência das folhas, realçou a importância da fotossíntese das folhas no desenvolvimento dos frutos em todas as parcelas: i) ao longo do desenvolvimento dos frutos, quando a capacidade fotossintética das folhas foi aumentando, os principais açúcares de reserva decresceram devido ao transporte para os frutos; ii) no período pós colheita, diminuiu a capacidade fotossintética da folha e aumentaram os açúcares, dado que já não há transporte para o fruto.

No seu conjunto, a análise dos resultados suporta as práticas culturais utilizadas, incluindo a economia de água através do controlo e gestão de rega a níveis inferiores ao conforto hídrico pelo sistema testado.

Referências

- Anuradha Goyal RK & Bishnoi C. 2017. Assimilate partitioning & distribution in fruit crops: A review. *J. Pharmacognosy and Phytochemistry* 6(3): 479-484
- Blanke M.M. & Lenz F. 1989. Fruit photosynthesis. *Plant, Cell Environ.* 12: 31–46.
- Bosetto, M. & Arfaioli, P. 1992. Time changes of free sugar and polyol content in seven Italian pear (*Pyrus communis*) varieties with different ripening periods. *Agric. Med.* 122: 59–65.
- GPP, Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral, Pera Rocha, 2015.
- Gutierrez, A. J. E. & Gaudillere, J. P. 1996. Distribution, metabolism and role of sorbitol in higher plants. A review. *Agronomie* 16: 280–298
- Ho, Q.T., Verboven P., Verlinden BE, Lammertyn J, Vandewalle S, et al. (2008) A Continuum Model for Metabolic Gas Exchange in Pear Fruit. *PLoS Comput. Biol.* 4(3): e1000023.
- Hudina, M., Colaric, M. & Stampar, F. 2007. Primary metabolites in the leaves and fruits of three pear cultivars during the growing season. *Can. J. Pl. Sc.* 87: 327–332.
- Lakso, A.N. & Flore JA. Carbohydrate partitioning and plant growth. pp. 21-30. In: Baugher, T.A. and S. Singh (eds.). *Concise encyclopedia of temperate tree fruit.* Food Products Press, New York, NY, 2003.
- Nii, N., Hase, K. and Uchida, H. 1994. Anatomical features on the sieve elements and sorbitol content in various organs of Rosaceae fruit trees. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 62: 739–747.
- Noiraud, N., Maurousset, L. & Lemoine, R. 2001. Transport of polyols in higher plants. *Plant Physiol. Biochem.* 39: 717–728.
- Nunes C.M., Araújo S.S., Silva J.M., Fevereiro P.S. & Silva A.B. 2009. Photosynthesis light curves: a method for screening water deficit resistance in the model legume *Medicago truncatula*. *Ann Appl Biol*, 155: 321–332.

- Saraiva, I. 1992. Fruticultura: tecnologias competitivas. Alcobaça, Tipografia Alcobense, Lda.
- Sebastiana M, Martins J, Figueiredo A, Monteiro F, Sardans J, Peñuelas J, Silva A, Roepstorff P, Pais MS & Coelho A.V. 2016. Oak protein profile alterations upon root colonization by an ectomycorrhizal fungus. *Mycorrhiza*, 27 (2), 109-128.
- Shen C., Wang J, Shi X, Kang Y, Xie C, Peng L, Dong C, Shen Q & Xu Y. 2017. Transcriptome Analysis of Differentially Expressed Genes Induced by Low and High Potassium Levels Provides Insight into Fruit Sugar Metabolism of Pear. *Front. Plant Sci.* 8:938.
- Silvestre, S., Leão de Sousa, M., Ribeiro, D., Pires, S., Rodrigues, B., Arrabaça, J.D., Matos, A.R., Bernardes da Silva, A. & Marques da Silva, J. 2014a. More fruit per drop: Optimizing irrigation in “Rocha” pear orchards in central Portugal. Proc. XII Portuguese-Spanish Symposium on Plant-Water Relations -Water to Feed the World. Évora, Portugal, 30 September – 3 October, pp. 29 – 33
- Silvestre S, Araújo SS, Vaz Patto MC & Marques da Silva J. 2014b. Performance index: An expeditious tool to screen for improved drought resistance in the Lathyrus genus. *J Integr Plant Biol* 56 (7): 610 – 621.
- Sinclair, T. R. & Horie, T. 1989. Leaf Nitrogen, Photosynthesis, and Crop Radiation Use Efficiency: A Review. *Crop Sci.* 29:90-98.
- Sousa, M.A.L. 2013. Avaliação de novos sistemas de produção de Pera Rocha em alta densidade com recurso à modelação e à integração de processos fisiológicos. ISA, Lisboa.
- Teng, Y., Tamura, F., Tanabe, K. & Nakai, T. 2002. Partitioning patterns of photosynthates from different shoot types in “Nijisseiki” pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). *J Hortic Sci Biotechnol.* 77: 758-765.
- Teo, G., Suzuki, Y., Uratsu, S.L., Lampinen, B., Ormonde, N., Hu, W.K., DeJong, T.M. & Dandekar, A.M. 2006. Silencing leaf sorbitol synthesis alters long-distance partitioning and apple fruit quality. *PNAS of USA*, 103: 18842–18847.
- Watari, J., Kobae, Y., Yamaki, S., Yamada, K., Toyofuku, K., Tabuchi, T. & Shiratake, K. 2004. Identification of sorbitol transporters expressed in the phloem of apple source leaves. *Plant Cell Physiol.* 45: 1032–1041.

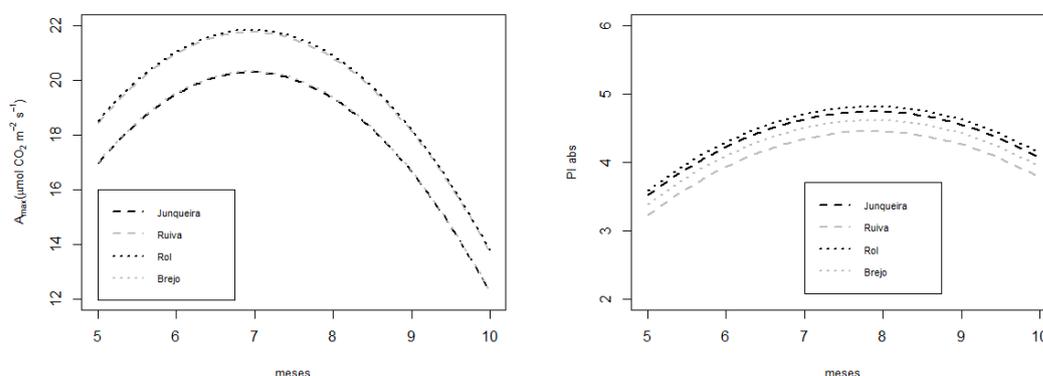


Figura 1 - Fotossíntese máxima a luz saturante (A_{max}) e índice de performance fotoquímico (PI abs), determinados em folhas de *Pyrus communis* cv Rocha de maio (5) a outubro (10) em quatro parcelas, após ajuste de modelos de regressão adequados.

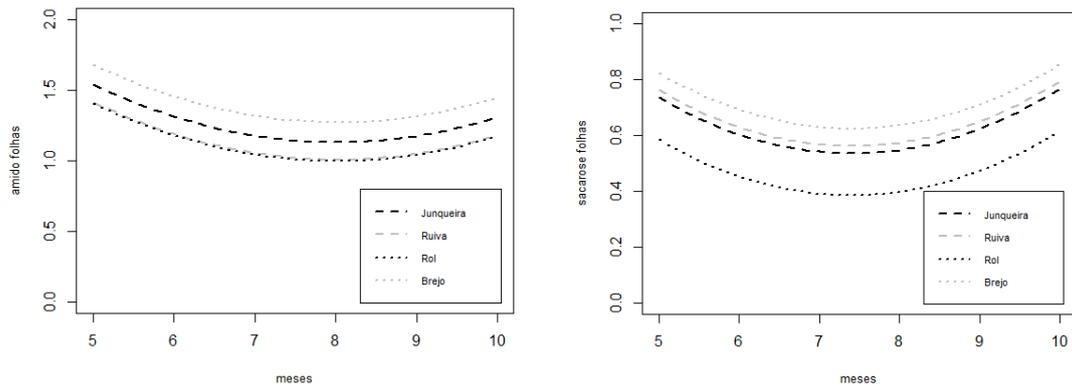


Figura 2 - Amido e sacarose de folhas de *Pyrus communis* cv Rocha de maio (5) a outubro (10) em quatro parcelas, após ajuste de modelos de regressão adequados.

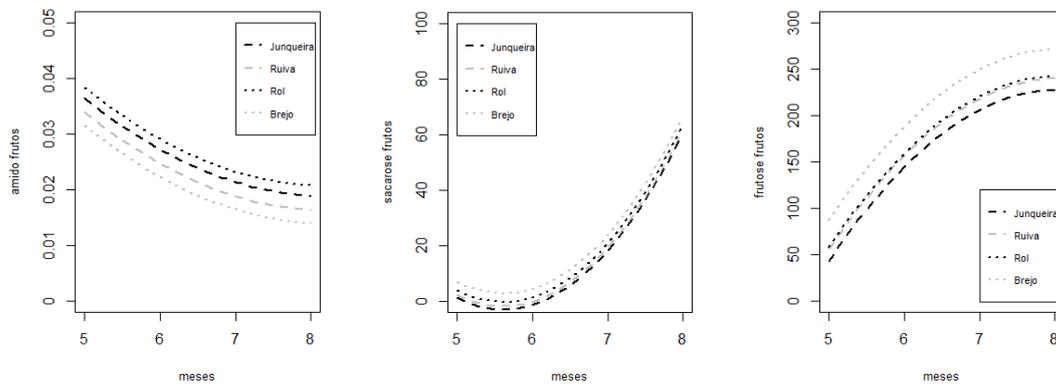


Figura 3 - Amido, sacarose e frutose em frutos de *Pyrus communis* cv Rocha, determinados de maio (5) a agosto (8) em quatro parcelas, após ajuste de modelos de regressão adequados.

Principais componentes de maturação da cultivar de manga Tommy Atkins sob condições tropicais

Acácio Figueiredo Neto¹; Josenara D. Costa²; Francisco C. Almeida² & Marylia Costa²

¹Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Campus da Engenharia, Juazeiro, Brasil, acacio.figueiredo@univasf.edu.br;

²Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Resumo

A manga é cultivada em regiões tropicais e subtropicais do mundo destacando-se no mercado em decorrência da demanda e do seu potencial de exportação. A participação do Brasil nas exportações mundiais vem ampliando, gerando emprego e renda, especialmente na região Nordeste, que é a principal produtora com destaque para a região do Vale do São Francisco que responde por mais de 85% do total exportado. Objetivou-se com o estudo avaliar parâmetros físico-químicos durante a maturação de mangas cv. Tommy Atkins. Os frutos foram colhidos aos 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 e 135 dias após a floração (DAF). Foram avaliados a cor da casca e da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, pH e teor de vitamina C. Os resultados foram submetidos à análise de regressão e à análise de componentes principais (ACP). O aumento dos SST durante a maturação pode ser atribuído à transformação de sólidos, como carboidratos de reserva, em açúcares simples, como glicose, frutose e sacarose, resultando numa concentração maior de açúcares solúveis totais. Este incremento pode ser ainda maior após os frutos atingirem a maturidade. A partir de 95 DAF observou-se maior redução da acidez, período em que se verificou elevação do pH e estar relacionado com o consumo de ácidos orgânicos durante o processo respiratório. Os frutos nos estádios mais avançados de maturação podem ser caracterizados pelos SST, ATT, relação SST/ATT e coloração da casca (*a*) e da polpa (*a* e *b*).

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., ponto de colheita, propriedades físico-químicas.

Abstract

Main ripening components of Tommy Atkins mango cultivar under tropical conditions.

The mango is cultivated in tropical and subtropical regions of the world standing out in the market due to the demand and its export potential. The aim of the present study is to evaluate physical and chemical parameters during ripening of mangoes cv. Tommy Atkins. Brazil's share in world exports has been increasing, generating employment and income, especially in the Northeast region, which is the main producer with a highlight in the region of the São Francisco Valley, which accounts for more than 85% of total exports. The objective of this study was to evaluate physical-chemical parameters during the maturation of mangoes cv. 'Tommy Atkins'. The fruits were picked at 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 and 135 days after flowering (DAF). The color of the skin and pulp, total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA), ratio, pH and vitamin C content were evaluated. The results were submitted to regression analysis and principal component analysis (PCA). The fruits in the most advanced maturation stages can be characterized by SST/ATT, ratio and skin color (*a*) and pulp (*a* and *b*).

Keywords: *Mangifera indica* L., harvest point, physicochemical properties.

Introdução

Manga (*Mangifera indica* L.) é cultivada em regiões tropicais e subtropicais do mundo destacando-se no mercado em decorrência da demanda e do seu potencial de exportação (Cordeiro et al., 2014). A participação do Brasil nas exportações mundiais vem ampliando, gerando emprego e renda, especialmente na região Nordeste, que é a principal produtora com destaque para a região do Vale do São Francisco que responde por mais de 85% do total exportado (Souza et al, 2013).

Um dos desafios para a produção desse fruto climatérico é a definição do ponto de colheita, vez que o grau de maturação das mangas é um atributo de qualidade importante para determinar as estratégias pós-colheita ideais para a manipulação e comercialização dos frutos (Nambi et al., 2015). Sendo fundamental na redução das perdas das exportações em virtude dos frutos não oferecerem a qualidade exigida pelo consumidor devido ao ponto de colheita inadequado.

A coloração da casca muitas vezes não é homogeneia para todos os frutos, pois nem todos mudam de cor durante o amadurecimento, porém esta é uma das características mais associadas ao ponto de colheita e maturação para o consumo.

A avaliação da qualidade da manga na colheita, antes baseada numa escala visual a partir da cor da casca e tamanho, se fundamenta atualmente em diferentes características externas e internas aos frutos, como: firmeza, cor da polpa, aroma, sabor, teor de sólidos solúveis, acidez total, relação sólidos solúveis com acidez titulável, pH, açúcares redutores, substâncias voláteis e ácido ascórbico, entre outros (Abbasi et al., 2011; Aular e Natale, 2013).

Tendo em vista a importância do amplo conhecimento da maturação da manga em condições regionais de cultivo, objetivou-se com este estudo avaliar alterações de parâmetros físico-químicos através da análise de componentes principais durante a maturação de mangas cv. 'Tommy Atkins'.

Material e Métodos

As mangas da cv. Tommy Atkins foram coletadas manualmente em pomar comercial da Fazenda Special Fruit Importação e Exportação Ltda., localizada no município de Juazeiro, Bahia, Brasil, região de clima do tipo BSwh, segundo classificação de Koppen, que fica a 9°24'45.85"S e 40°30'53.51"O, com altitude de 374 m.

Foram selecionadas cinquenta plantas, distribuídas em cinco fileiras de plantio de um lote do pomar. Os frutos foram colhidos aos 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 e 135 dias após a floração (DAF), no período da manhã, utilizando-se tesoura de poda para o corte do pedúnculo.

Após a coleta, os frutos foram transportados cuidadosamente até o Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita, onde foram realizadas as seguintes avaliações: cor da casca e da polpa; sólidos solúveis totais (SST); acidez total titulável (ATT); relação SST/ATT; potencial hidrogeniônico (pH) e teor de vitamina C.

A coloração da casca foi avaliada através da média de duas leituras em pontos equidistantes de cada fruto e a da polpa após remoção da epiderme com auxílio de faca inoxidável. Utilizou-se um colorímetro digital portátil da marca Konica Minolta C 400.

Os SST foram determinados em sobrenadante da polpa centrifugada, utilizando-se um refratômetro digital (Invert Sugar Refractometer HI 96804), sendo os resultados expressos em °Brix. A ATT determinada titulando-se a amostra com solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1M) e utilizando como indicador fenolftaleína a 1% (IAL,

2008). A relação SST/ATT foi obtida por meio da razão entre os valores das análises dos sólidos solúveis totais e acidez total titulável, sendo os resultados expressos em valor absoluto.

Para determinação do pH dos frutos utilizou-se pHmetro de bancada (PHS-3E), conforme técnicas recomendadas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de vitamina C foi determinado por titulometria usando a solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol a 0,02 %) até coloração rósea clara persistente. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de polpa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos (idades dos frutos) e quatro repetições constituídas de dez frutos cada uma. As variáveis foram submetidas à análise de regressão utilizando-se o *software Assistat*, Versão 7.7 beta (Silva, 2014). Os dados também foram submetidos à análise de componentes principais (ACP) a partir da matriz de correlação utilizando-se o programa *Statistica 7.0* (Statsoft, 2008).

Resultados e Discussão

Na Figura 1 observam-se as relações entre as coordenadas de cor, L, *a* e *b*, da casca e polpa dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ durante a maturação. A luminosidade da casca variou entre 31,34 e 39,47 (Fig. 1A) não sendo tão influenciada pela maturação da manga, como verificado por Lima et al. (2009) cujos valores para a mesma cultivar variaram de 35 a 43 e não apresentaram tendência característica ao longo do período analisado (52 a 139 dias após a frutificação).

Os resultados dos sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT e potencial hidrogeniônico (pH) dos frutos durante a maturação se encontram na Figura 2. O teor de sólidos solúveis totais (Fig. 2A) teve um aumento gradual ao longo da maturação dos frutos, passando de 3,5 °Brix aos 35 DAF para 7,2 °Brix aos 135 DAF. O aumento dos SS durante a maturação pode ser atribuído à transformação de sólidos, como carboidratos de reserva, em açúcares simples, como glicose, frutose e sacarose, resultando numa concentração maior de açúcares solúveis totais (Chitarra e Chitarra, 2005). Este incremento pode ser ainda maior após os frutos atingirem a maturidade (Jha et al., 2006).

Filgueiras et al. (2000) e Assis et al. (2002) recomendaram colher a manga com teor de sólidos solúveis de 7,3 e 7,0 °Brix, respectivamente, sobretudo quando a fruta for destinada ao armazenamento ou para mercados externos. Então, o valor encontrado para a fase de colheita (135 DAF) neste experimento está de acordo com o sugerido na literatura.

À medida que ocorreu o aumento de sólidos solúveis totais houve diminuição da acidez total titulável (ATT), com teores de ácido cítrico de 1,49, 1,38 e 0,94%, para 35, 80 e 125 DAF, respectivamente (Fig. 2B). Outros autores também verificaram comportamento semelhante, com variações de: 1,25 para 1,15% dos 82 até 103 DAF (Morais et al., 2002); 1,40 para 0,70% dos 50 até 120 DAF (Dutra et al., 2005); 14,63 para 0,83% dos 35 até 112 dias após a antese – DAA (Lucena et al., 2011a).

O aumento dos sólidos solúveis totais e a redução da acidez total titulável à medida que o período de maturação avançou, resultaram em acréscimo na relação SST/ATT, Figura 2C, confirmando alguns estudos sobre o desenvolvimento de manga (Morais et al., 2002; Dutra et al., 2005; Silva et al., 2009; Lucena et al., 2011a) e outras frutas, como goiaba (Cavalini et al., 2015) e pera (Lombardi et al., 2000).

Essa relação indica o grau de equilíbrio entre os dois componentes e está relacionada com o sabor, sendo importante parâmetro para a seleção dos frutos (Benevides et al., 2008). Além de ser influenciada pelo estágio de maturação é

determinante para a palatabilidade durante o período de amadurecimento, uma vez que menores valores da relação SST/ATT sugerem sabor menos agradável (Cavalini et al., 2015).

Quanto ao teor de vitamina C (Fig. 3) teve seu pico aos 50 DAF (167,67 mg.100g⁻¹ da massa fresca da polpa), reduzindo até 110 DAF (17,78 mg.100 g⁻¹ semelhante ao que foi verificado por Lucena et al. (2011b) estudando a maturação da manga ‘Tommy Atkins’, observaram a redução do teor de vitamina C até 98 dias após a antese e a partir de então não houve variação significativa ficando com aproximadamente 12,92 mg.100 g⁻¹ da massa fresca da polpa.

A partir da análise de componentes principais (ACP), Figuras 4A e 4B verificou-se que os componentes I e II explicaram 67,97% e 16,94%, respectivamente, a variabilidade das amostras, somando o valor de 84,1% de explicação das projeções de cada atributo nos eixos. Como destacado por Mamede et al. (2013) quanto mais atributos estiverem próximos de um eixo maior será a contribuição do mesmo para explicar a variabilidade entre as amostras, o que justifica o maior percentual para o componente 1 (Fator 1).

O componente principal I separou os frutos dos estádios 35, 50, 65 e 80 DAF (L1, L2, L3 e L4) dos demais evidenciando a similaridade entre eles, principalmente em relação aos frutos de 50 e 65 DAF, caracterizados pelos maiores valores de vitamina C.

Para o segundo componente principal (Fator 2) os maiores pesos positivos foram verificados para o pH, o que mostra que, os frutos aos 35 DAF (L1), posicionados na parte superior da figura, apresentaram os maiores valores desta variável.

Os estádios mais avançados da maturação 125 e 135 DAF (L7 e L8) foram caracterizados principalmente pela relação SST/ATT, valores *a* da casca e da polpa e *b* da polpa dos frutos. A coloração externa dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ varia com a intensidade e quantidade de insolação que o fruto recebe. Portanto, a sua posição na planta e a estação do ano podem influenciar no desenvolvimento da cor desta fruta tropical, por isso esta provável diversidade de resultados observados nos parâmetros de medida desta variável.

Conclusões

A colheita da manga ‘Tommy Atkins’ pode ser realizada a partir de 125 dias após a floração quando, a partir de então, se iniciam menores variações nos valores da cor e diminuição da acidez total titulável.

O ponto de colheita da manga ‘Tommy Atkins’ aos 135 DAF é definido pelas características físico-químicas (acidez total titulável e relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável) favoráveis para o amadurecimento e apropriadas para comercialização.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESB pelo apoio financeiro ao Projeto da Manga.

Referências

- Abbasi, K.S., Anjum, N., Sammi, S., Masud, T. & Ali, S.(2011). Effect of coatings and packaging material on the keeping quality of mangoes (*Mangifera indica* L.) stored at low temperature. Pakistan Journal of Nutrition 10(2):129-138.
- Assis, J.S., Fett, M. S., Lima, M.A.C., Cantilano, R.F.F. & Self, G. 2002. Elaboração e difusão das normas da produção integrada da manga no Brasil: colheita e pós-colheita. Disponível

- em:<<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/OPB617ID-x9WGTPL5Fm.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2016.
- Aular, J., Natale, W. 2013. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 35(4):1214-1234.
- Benevides, S.D., Ramos, A.M., Stringheta, P.C., Castros, V.C. (2008) Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(3), 571-578.
- Chitarra, M. I. F., Chitarra, A. B. (2005). Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL-FAEPE, 785p.
- Cordeiro, M. H. M., Mizobutsi, G. P., Silva, N. M., Oliveira, M.B., Motta, W.F., Sobral, R.R.S. 2014. Conservação pós-colheita de manga var. Palmer com uso de 1-metilciclopropeno. *Magistra* 26(2):102-113.
- Dutra, P.R.S., Cavalcanti, L.A., Assis, J.S. & Guerra, N.B. 2005. Indicadores bioquímicos do desenvolvimento de manga Tommy Atkins produzidas no vale do São Francisco. In: Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita De Frutos Tropicais, 1., 2005, João Pessoa. Anais... João Pessoa: Embrapa/UFPB/UFS/SBF.
- Filgueiras, H.A.C., Pimentel, C.R.M., Castro, E.B., Menezes, J.B., Alves, R E. & Amorim, T.B.F. 2000. Colheita e manuseio pós-colheita. In: Filgueiras, H.A.C. et al. *Frutas do Brasil: manga. pós-colheita*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. p.25.
- Instituto Adolfo Lutz - IAL. 2008. Métodos físico-químicos para análise de alimentos; coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo, 1020p.
- Jha, S.N., Kingsly, A.R.P. & Chopra, S. 2006. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. *Journal of Food Engineering* 72:73-76.
- Lima, M.A.C., Silva, A.L. & Azevedo, S.S.N. 2009. Evolução de indicadores do ponto de colheita em manga 'Tommy Atkins' durante o crescimento e a maturação, nas condições do Vale do São Francisco, Brasil. *Ciência e Agrotecnologia* 33(2):432-439.
- Lucena, E.M.P., Assis, J.S., Alves, R.E. & Enéas Filho, J. 2011. Alterações físicas e químicas durante o crescimento e desenvolvimento de mangas 'Tommy Atkins' produzidas no Vale do São Francisco, Brasil. *Journal Interamerican Society for Tropical Horticulture* 55: 48-51.
- Mamede, M.E.O., Suzarth, M., Jesus, M.A.C.L., Cruz, J.F.M. & Oliveira, L.C. 2013. Avaliação sensorial e colorimétrica de néctar de uva. *Brazilian Journal of Food and Nutrition* 24(1):65-72.
- Nambi, V.E., Thangavel, K. & Jesudas, D.M. 2015. Scientific classification of ripening period and development of colour grade chart for Indian mangoes (*Mangifera indica* L.) using multivariate cluster analysis. *Scientia Horticulturae* 193:90-98.
- Silva, F. A. S. 2014. *ASSISTAT Software: Assistência Estatística*. Versão 7.7 beta.
- Souza, F.S., Alves, J., Lima, J.R.F. & Pereira, A.F.C. 2013. Análise dos P preços da manga do Vale do São Francisco nos mercados interno e externo: um estudo de séries temporais para o Brasil, Estados Unidos e União Européia (2003-2013). VIII SOBER Nordeste. Parnaíba- PI – Brasil.
- Statsoft. 2008. *Statistica: data analysis software systems*. Version 7.0. Tulsa: StatSoft.

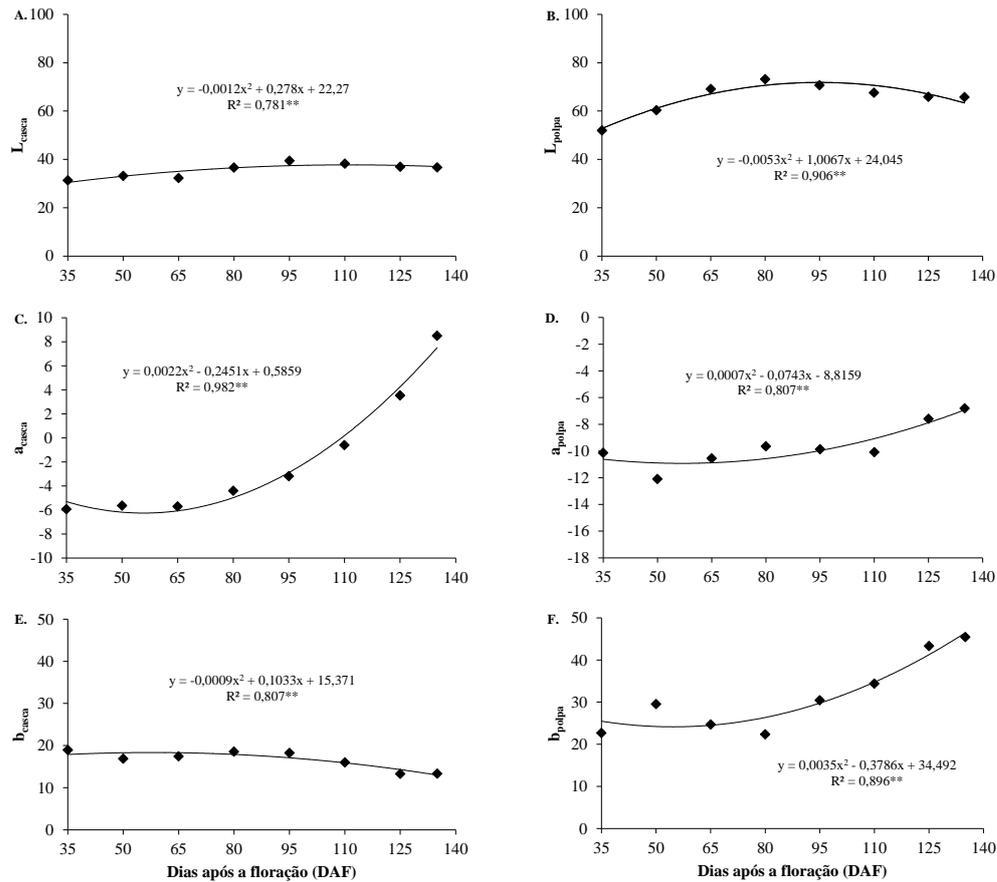


Figura 1 - Componentes de cor (L - Luminosidade, *a* - intensidade da cor verde/vermelha e *b* - intensidade de amarelo) da casca e da polpa de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.

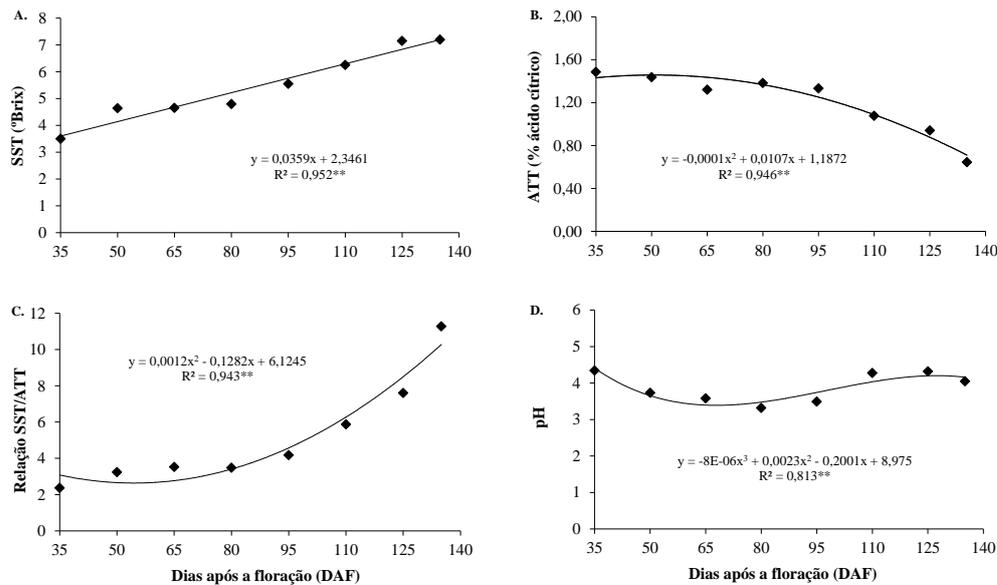


Figura 2 - Sólidos solúveis totais (A), acidez total titulável (B), relação SST/ATT (C) e pH (D) de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.

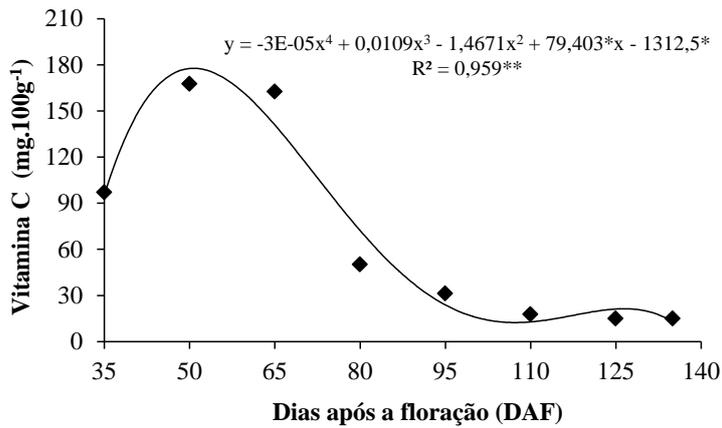


Figura 3 - Teor de vitamina C de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.

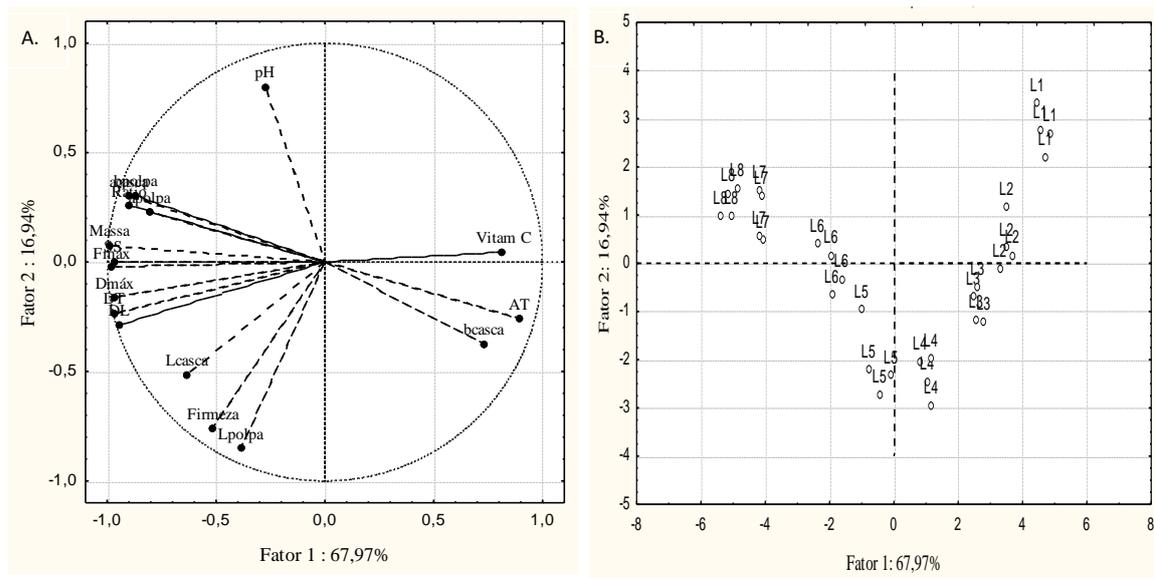


Figura 4 - Projeção bidimensional dos resultados obtidos da análise de componentes principais I e II para as variáveis analisadas (A) e dispersão dos estádios de maturação de mangas ‘Tommy Atkins’ em função dos componentes (B). L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 e L8 correspondem a 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125, 135 DAF, respectivamente.

Crescimento e desenvolvimento de seis cultivares de bananeira no Norte Fluminense, RJ, Brasil

Detony José Calenzani Petri¹, Rodrigo Lopes Brochado¹, Ábatha de Souza Vasconcelos¹, Antônio Carlos Braga¹, Paulo Cesar dos Santos¹, Almy Junior Cordeiro de Carvalho¹ & Marta Simone Mendonça Freitas¹

¹ UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil, detonypetri@yahoo.com.br

Resumo

A altura da bananeira influi na densidade de plantio, manejo e na produção. A circunferência do pseudocaule está relacionada com o vigor, e juntamente com o número de folhas funcionais refletem o poder de sustentação e desenvolvimento do cacho. A redução do ciclo vegetativo da bananeira possibilita a menor exposição dos frutos aos agentes causadores de danos e reflete a precocidade da cultivar. Com o objetivo de avaliar o crescimento e o desenvolvimento das bananeiras do plantio a colheita foi realizado um experimento nas condições edafoclimáticas do Norte Fluminense. O delineamento foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos referentes às cultivares de bananeira: (Maçã, BRS Tropical, BRS Conquista, Prata-Anã, FHIA 18 e BRS Platina), com três repetições. A unidade experimental foi composta por quatro plantas úteis em meio a outras da mesma cultivar que serviram de bordadura. O espaçamento foi de três metros entre linhas e dois metros entre plantas, em uma densidade de 1666 plantas ha⁻¹. Foram avaliadas no primeiro ciclo de produção: a altura, a circunferência das bananeiras, o período do plantio a floração, os períodos da floração a colheita e do plantio a colheita. Não houve diferenças significativas nas médias de altura das plantas das seis cultivares, com valores médios de 165 a 192 cm. A cultivar BRS Tropical apresentou maior potencial de sustentação do cacho com a circunferência do pseudocaule superior às demais cultivares do tipo maçã (BRS Conquista e Maçã) com 50 cm. A cultivar Prata-Anã apresentou maior número de folhas funcionais ao longo do ciclo o que pode representar condições satisfatórias para o seu desenvolvimento.

Palavras-chave: *Musa* spp., genótipos, estágio inicial, ciclo de produção, características.

Abstract

Growth and development of six banana cultivars in Northern Fluminense, RJ, Brazil

The height of the banana plant influences the density of planting, management and production. The circumference of the pseudostem is related to vigor, and together with the number of functional leaves reflect the power of support and development of the cluster. The reduction of the vegetative cycle of the banana tree allows the lower exposure of the fruits to the agents causing damage and reflects the precocity of the cultivar. With the objective of evaluating the growth and development of the plantation bananas, an experiment was carried out under the edaphoclimatic conditions of the Northern Fluminense. A randomized complete block design was used, with six treatments for banana cultivars: (Maçã, BRS Tropical, BRS Conquista, Prata-Anã, FHIA 18 and BRS Platina), with three replications. The experimental unit was

composed of four useful plants among others of the same cultivar that served as border. The spacing was three meters between rows and two meters between plants, at a density of 1666 plants ha⁻¹. They were evaluated in the first production cycle: the height, the circumference of the banana trees, the period from planting to flowering, the periods from flowering to harvesting and from planting to harvesting. There were no significant differences in the mean plant height of the six cultivars, with mean values of 165 to 192 cm. The cultivar BRS Tropical presented a greater potential of support of the bunch with the circumference of the superior pseudostem to the other cultivars of the apple type (BRS Conquista and Maçã) with 50 cm. The cultivar Prata-Anã presented a greater number of functional leaves throughout the cycle which may represent satisfactory conditions for its development.

Keywords: *Musa* spp., genotypes, initial stage, cycle of production, characteristics.

Introdução

A bananicultura no mundo conta com um número expressivo de cultivares, mas quando se considera a preferência dos consumidores, a produtividade, a tolerância a pragas, o porte adequado e a resistência à seca, restam poucas cultivares com potencial agrônomo para utilização comercial (Ratke et al., 2012). No Brasil, apesar do grande número de cultivares, são poucas as que apresentam potencial agrônomo para exploração comercial com aceitação pelo consumidor, alta produtividade, tolerância às pragas e doenças, porte reduzido e menor ciclo de produção (Ramos et al., 2009). As características das cultivares Maçã, BRS Tropical, BRS Conquista, Prata-Anã, FHIA 18 e BRS Platina são descritas por diversos autores (Fancelli, 2003; Silva et al., 2004; Pereira & Gasparotto, 2008; Embrapa, 2012).

A bananeira é uma planta herbácea de rápido crescimento e de grande porte, que chega a produzir mais de 300 toneladas de matéria fresca por hectare, por safra. O programa de melhoramento baseia-se principalmente no melhoramento de diploides (AA) e posterior cruzamento destes com triploides AAB do tipo prata e maçã gerando tetraploides AAAB. O objetivo do programa de melhoramento da bananeira é desenvolver cultivares resistentes e/ou tolerantes a doenças e pragas, com ótimo sabor e qualidade dos frutos, reduzir o porte e o ciclo da cultura e aumentar a produtividade e a resistência ao desprendimento dos frutos (Silva et al., 2003).

Objetivou-se avaliar no primeiro ciclo de produção o crescimento inicial e o desenvolvimento de seis cultivares de bananeira (Maçã, BRS Tropical, BRS Conquista, Prata-Anã, FHIA 18 e BRS Platina).

Material e Métodos

O experimento foi realizado no campus Leonel Brizola, pertencente à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, situado no município de Campos dos Goytacazes, ao norte do estado do Rio de Janeiro, posicionada na latitude 21°19'23'', longitude 41°10'40'', altitude de 14 m. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da Região Norte Fluminense, é classificado como Aw, isto é, clima tropical úmido, com verão chuvoso, inverno seco e temperatura do mês mais frio superior a 18°C (Gomes, 1999).

O solo apresentou, na camada de 0 a 20 cm, as seguintes características: pH em H₂O (5,5); P = 4 mg dm⁻³; Ca = 32,2 mmol_c dm⁻³; Mg = 43 mmol_c dm⁻³; K = 82 mg dm⁻³; Al = 1,9 mmol_c dm⁻³; H + Al = 39,5 mmol_c dm⁻³; Fe = 111 mg dm⁻³; Cu = 1,9 mg dm⁻³; Zn = 6,4 mg dm⁻³; Mn = 59,2 mg dm⁻³; Na = 3,1 mmol_c dm⁻³; S-SO₄ = 22 mg dm⁻³; B = 0,3 mg dm⁻³; Carbono = 17,4 g dm⁻³; MO = 30 g dm⁻³; Areias = 60 g dm⁻³; argila

= 480 g dm⁻³; silte = 460 g dm⁻³; C.E = 0,245 dS m⁻¹; dens. part. = 2,41 g cm⁻³; dens. solo = 1,16 g cm⁻³. Para P, K, Zn, Cu, Fe e Mn utilizaram-se o extrator Mehlich⁻¹; para Ca, Mg e Al utilizou-se o extrator KCl 1M. O B foi extraído com água quente e o S extraído por íons fosfato (500 mg de P L⁻¹). Para P, K, Zn, Cu, Fe e Mn utilizaram-se o extrator-Mehlich-1; para Ca, Mg e Al - extrator - KCl- 1 mol/L. O B foi extraído com água quente e o S - extrator - Fosfato monocálcico.

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com seis tratamentos: (Maçã, BRS Tropical, BRS Conquista, Prata-Anã, FHIA 18 e BRS Platina), com três repetições. A unidade experimental foi composta por quatro plantas úteis às quais foram plantadas no meio de outras da mesma cultivar que serviram de bordadura. O espaçamento foi de três metros entre linhas e dois metros entre plantas, numa densidade de 1666 plantas ha⁻¹.

As mudas de bananeiras foram obtidas de cultura de tecidos. A necessidade de calagem foi determinada pelo Método de Saturação por Bases, visando atingir o valor de 70%, sendo o calcário dolomítico aplicado na cova 30 dias antes do plantio.

O plantio das mudas de bananeiras foi realizado em setembro de 2013, em covas com 50 cm de diâmetro e 50 cm de profundidade, que foram abertas de forma mecanizada com uma perfuratriz acoplada ao trator. Seguindo Freire et al. (2013) foi realizada a adubação de correção da fertilidade, com 200 g de superfosfato simples (60 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅) e 120 g de calcário dolomítico (V=70%).

Dois meses após o plantio o adubo foi aplicado a uma distância de aproximadamente 40 a 50 cm do pseudocaule, espalhado numa faixa de 10 a 20 cm de largura ao redor da planta. Quando as brotações do rizoma começaram a ser emitidas, o adubo passou a ser aplicado em meia lua à frente das mesmas. Nesse sentido, realizou-se bimestralmente a adubação de produção em cobertura, com 40 g de ureia (300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N), 45 g de cloreto de potássio (270 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O) (Fontes et al., 2003). Contudo, de seis em seis meses, foram adicionados 50 g de superfosfato simples (30 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅), 50 g de calcário dolomítico e 50 g do formulado com micronutrientes FTE - BR12, cuja composição por kg é de 18 g de B; 8,0 g de Cu; 30 g de Fe; 30 g de Mn; 1,0 g de Mo e 90 g de Zn.

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, sendo cada emissor instalado entre as plantas ao longo da linha. O cálculo foi realizado considerando todas as fases de desenvolvimento da cultura (Carvalho & Oliveira, 2012). Foram realizados todos os demais tratamentos culturais recomendados para a cultura.

As épocas de amostragem foram em um intervalo de 60 dias sendo avaliadas a altura da planta (ALP), tomando-se a distância do nível do solo até o ângulo formado pelas duas folhas mais novas, a circunferência do pseudocaule (CP) a 0,30 m do solo e o número de folhas funcionais (NFF) com mais de 50% de sua superfície verde.

Os cachos foram colhidos quando os frutos atingiram o ponto de maturidade comercial: frutos com máximo crescimento, ainda ligeiramente quinados e com casca totalmente verde.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5% probabilidade).

Resultados e Discussão

Não foram verificadas diferenças entre as cultivares na altura de plantas durante o período avaliado (Quadro 1). A altura da planta é uma característica importante a ser observada, pois influi na densidade de plantio, no manejo e na produção. Na região de Campos dos Goytacazes - RJ esta característica é de extrema importância, uma vez que os ventos fortes e constantes que incidem na região causam o fendilhamento das folhas,

o tombamento de plantas e a quebra do pseudocaule, sendo necessária a indicação de cultivares que possuam menor porte e maior circunferência do pseudocaule, não excluindo a necessidade de utilização de quebra ventos e o escoramento das plantas (Cereja, 2005).

Com relação à circunferência média das plantas, as cultivares apresentaram diferenças significativas, com destaque para a 'BRS Tropical' que dentre as cultivares do tipo maçã (Maçã, BRS Tropical e BRS Conquista) obteve maior valor médio com 50 cm (Quadro 1). A circunferência do pseudocaule é importante, pois está relacionada com o vigor e reflete o poder de sustentação do cacho (Cereja, 2005). Essa maior circunferência do pseudocaule da cultivar BRS Tropical também foi observada por Ramos et al. (2009) dentre as cultivares estudadas do tipo maçã. Entretanto, Cereja (2005) ao avaliar esta mesma variável em cultivares do mesmo grupo genômico da cultivar BRS Tropical (AAAB) no Norte Fluminense, encontrou valores maiores, que oscilaram de 62,2 a 76,5 cm.

Embora tenha sido utilizado o quebra vento com capim elefante, foram observadas bananeiras com folhas dilaceradas e fendilhadas; e algumas plantas das cultivares Maçã e BRS Conquista foram escoradas para evitar o tombamento e a quebra do pseudocaule. Segundo Silva et al. (2006), a quebra de plantas está relacionada à espessura do pseudocaule e à resistência do tecido foliar que o constitui. A maior suscetibilidade ao tombamento das cultivares de maior altura pode, em tese, ser minimizada pela resistência conferida pela maior espessura do pseudocaule (Borges et al., 2010).

Ao longo das épocas avaliadas, a cultivar Prata-Anã apresentou número de folhas funcionais superior quando comparada às cultivares do tipo prata e do tipo maçã e as demais não diferiram entre si (fig. 1).

Segundo Cereja (2005) o maior número de folhas funcionais durante a fase do florescimento sugere que o cacho poderá ter condições satisfatórias para o seu desenvolvimento. Fontes (2001) ao avaliarem o desempenho agrônomico de cultivares de bananeira no Noroeste Fluminense, constataram que a cultivar Prata-Anã apresentou no primeiro ciclo de cultivo as maiores médias de número de folhas totais e número de folhas funcionais, 18,6 e 17,0, respectivamente. Cereja (2005), avaliando cultivares do grupo genômico (AAB e AAAB), obteve resultados similares a esse trabalho com a cultivar Prata-Anã alcançando as maiores médias de folhas funcionais na emissão da inflorescência com 13,8 folhas, enquanto Ramos et al. (2009) obtiveram 12,8 folhas na época da inflorescência.

O período entre o plantio e a floração da cultivar BRS Platina foi de 211 dias, enquanto para as cultivares do tipo Maçã (Maçã, BRS Tropical e BRS Conquista) este período foi de 292 a 331 dias (Quadro 2). A redução do período entre o plantio e a floração é pretendida, pois representa a antecipação do retorno do investimento aplicado na lavoura (Santos et al., 2006).

O período entre o plantio e a floração da cultivar BRS Tropical foi maior em relação à 'Prata-Anã' e à 'BRS Platina' (tabela 2). Nomura et al. (2013), ao avaliarem o desenvolvimento vegetativo de genótipos de bananeiras nas condições edafoclimáticas do Vale do Ribeira - SP obtiveram valores similares para 'BRS Tropical' (335 dias).

Na característica dias da floração a colheita a cultivar BRS Tropical apresentou menor valor de 85,3 em relação à cultivar Prata-Anã com 163 e entre as demais não houve diferença (tabela 2). A maior precocidade da 'BRS Tropical' em relação à Prata-Anã também foi observada por Nomura et al. (2013) e Ramos et al. (2009). O menor período de permanência da planta no campo diminui o tempo de exposição dos frutos

aos agentes causadores de danos e, conseqüentemente, menor uso de defensivos agrícolas (Damatto Júnior, 2005; Rodrigues et al., 2006).

O período entre o plantio e a colheita da cultivar BRS Platina foi o menor entre as cultivares do tipo prata e em relação às cultivares BRS Tropical e BRS Conquista (tabela 2). Cereja (2005), avaliando cultivares do mesmo grupo genômico da ‘BRS Platina’ (AAAB), observou valores superiores de dias do plantio a colheita, variando de 432 a 440 dias, o que mostra a precocidade no ciclo da ‘BRS Platina’ nesse estudo. A duração do ciclo vegetativo reflete a precocidade da cultivar, principalmente sob a ótica econômica, pois resulta na obtenção de ciclos sucessivos de produção em menor espaço de tempo (Silva et al., 2000). E ainda, a partir da época da floração o produtor pode colheita e programar o plantio para atender a demanda do mercado.

Conclusões

A cultivar BRS Tropical apresentou maior potencial de sustentação do cacho com a circunferência do pseudocaule superior às demais cultivares do tipo maçã (BRS Conquista e Maçã) com 50 cm. A cultivar Prata-Anã apresentou maior número de folhas funcionais ao longo do ciclo o que pode representar condições satisfatórias para o seu desenvolvimento.

Referências

- Borges, A.L. & Silva Junior, J.F. 2010. Nutrição, calagem e adubação. In: Silva Junior, J.F., Lopes, G.M.B., Ferraz, L.G.B. (Ed.). Sistema de produção de banana para a Zona da Mata de Pernambuco. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 139p. (Embrapa-CPATC. *Sistema de produção*, 3). p.25-34.
- Carvalho, D.F. & Oliveira, L.F.C. 2012. Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada. Ed. Viçosa: Viçosa. 240p.
- Cereja, B.S. Avaliação de genótipos de bananeira (*Musa* spp.) no Norte Fluminense: características agrônômicas, pós-colheita de frutos e composição mineral. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2005. 80p. Dissertação de Mestrado.
- Damatto Júnior, E.R., Campos, A.J., Manoel, L., Moreira, G.C., Leonel, S. & Evangelista, R.M. 2005. Produção e caracterização de frutos de bananeira ‘Prata-anã’ e ‘Prata-Zulu’. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27:440-443.
- Embrapa, BRS Platina. 2012. Uma nova banana prata. Boletim Informativo. Embrapa CNPMF, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília.
- Fancelli, M. 2003. Cultivo da bananeira para o Estado do Amazonas: cultivares. Cruz das Almas: EMBRAPA, CNPTIA, Brasília.
- Fontes, P.S. Adubação e Avaliação de Cultivares de Banana (*Musa* spp.) no Nordeste do Estado do Rio de Janeiro. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2001. 42p. Dissertação de Mestrado.
- Fontes, P.S.F., Carvalho, A.J.C., Cereja, B.S., Marinho, C.S. & Monnerat, P.H. 2003. Avaliação do estado nutricional e do desenvolvimento da bananeira prata - anã (*Musa* spp.) em função da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25:156-159.
- Freire, L.R., Balieiro, F.C., Zonta, E., Anjos, L.H.C., Pereira, M.G., Lima, E., Guerra, J.G.M., Ferreira, M.B.C., Leal, M.A.A., Campos, D.V.B. & Polidoro, J.C. 2013. Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro. 1ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa, v.1, 2013. 430p.

- Gomes, M.C.R. Efeito da irrigação suplementar na produtividade da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes, RJ. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1999. 51p. Dissertação de Mestrado.
- Nomura, E.S, Damatto Júnior, E.R., Fuzitani, E.J. & Amorim, S.O.S. 2013. Avaliação agrônômica de genótipos de bananeiras em condições subtropicais, Vale do Ribeira, São Paulo. Revista Brasileira de Fruticultura 35:112-122.
- Pereira, J.C.R. & Gasparotto, L. BRS. 2008. Conquista: Nova Cultivar de Bananeira para o Agronegócio da Bananeira no Brasil. Comunicado Técnico, 60. EMBRAPA Transferência de Tecnologia, Manaus.
- Ramos, D.P; Leonel, S.; Mischan, M.; Júnior, E.R.D. 2009. Avaliação de genótipos de bananeira em Botucatu, São Paulo. Revista Brasileira de Fruticultura 31:1092-1101.
- Ratke, R.F., Santos, S.C., Pereira, H.S., Souza, E.D. & Carneiro, M.A.C. 2012. Desenvolvimento e produção de bananeiras Thap Maeo e Prata-Anã com diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica. Revista Brasileira de Fruticultura 34:277-288.
- Rodrigues, M.G.V., Souto, R.F. & Silva, S.O. 2006. Avaliação de genótipos de bananeira sob irrigação. Revista Brasileira de Fruticultura 28:444-448.
- Santos, S.C., Carneiro, L.C., Silveira Neto, A.M., Paniago Júnior, E. & Peixoto, C.N. 2006. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares de bananeira resistentes à Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) no Sudoeste Goiano. Revista Brasileira de Fruticultura 28:449-453.
- Silva, S.O., Santos-Serejo, J.A. & Cordeiro, Z.J.M. 2004. Variedades. In: Borges, A.L., Souza, L.S. (Eds.). O cultivo da bananeira. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, p.45-58.
- Silva, J.T.A., Borges, A.L., Carvalho, J.G. & Damasceno, J.E.A. 2003. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. Prata-anã. Revista Brasileira de Fruticultura 25: 152-155.
- Silva, E.A., Boliani, A.C. & Corrêa, L.S. 2006. Avaliação de cultivares de bananeira (*Musa* sp) na região de Selvíria-MS. Revista Brasileira de Fruticultura 28:101-103.
- Silva, S.O. 2006. Melhoramento genético da bananeira. In: Bruckner, C.H., Salomão, L.C.C., Pereira, W.E., Dias, J.M.M. (eds.) Anais do Simpósio Brasileiro de Melhoramento de Fruteiras, 2, Viçosa. p.21-48.

Quadro 1 - Altura da planta (AP), circunferência do pseudocaule (CP) de seis cultivares de bananeira no primeiro ciclo de produção no Norte Fluminense, média de todas as épocas. Médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P <0,05).

Cultivares	AP (cm)	CP (cm)
Prata-Anã	165 a	44ab
FHIA 18	172 a	47ab
BRS Platina	192 a	50 a
Maçã	170 a	41 b
BRS Tropical	188 a	50 a
BRSConquista	175 a	40 b
Média	177	46
CV (%)	17,0	16,0

Quadro 2 - Dias do plantio à floração, dias da floração à colheita e dias do plantio à colheita de seis cultivares de bananeira no primeiro ciclo de produção no Norte Fluminense. Médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Cultivar	Plantio à	Dias do Floração	Dias da Floração à Colheita	Dias do Plantio à Colheita
Prata-Anã		235bc	163 a	398 a
FHIA 18		290 abc	125 ab	416 a
BRS Platina		211 c	138 ab	349 b
Maçã		292ab	97ab	389ab
BRS Tropical		331 a	85 b	417 a
BRS Conquista		314ab	116ab	430 a
Média		279	121	400
CV (%)		10,0	20,0	5,0

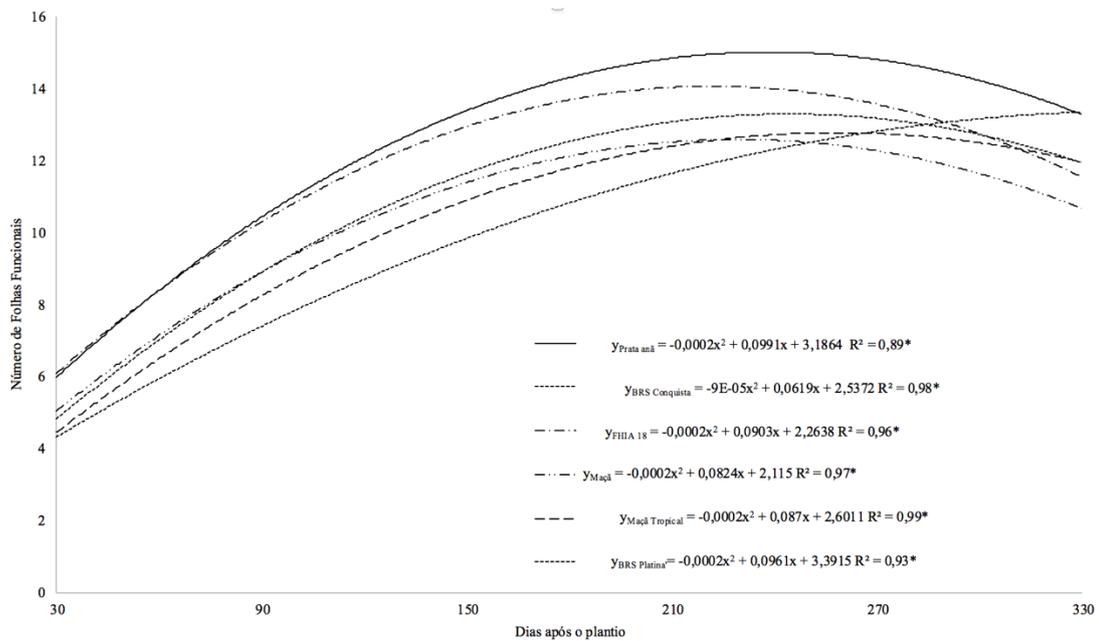


Figura 1 - Número de folhas funcionais de seis cultivares de bananeiras no primeiro ciclo de produção em função dos dias após o plantio no Norte Fluminense. * significativo ($P < 0,05$).

Exportação nutricional de bananeiras em dois ciclos de produção no Norte Fluminense, RJ, Brasil

Detony José Calenzani Petri¹, Rodrigo Lopes Brochado¹, Tábatha de Souza Vasconcelos¹, Paulo Cesar dos Santos¹, Rozane Franci de Moraes Tavares¹, Adonay Breda Aguiar¹, Patrícia Gomes de Oliveira Pessanha¹, Almy Junior Cordeiro de Carvalho¹ & Marta Simone Mendonça Freitas¹

¹ UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil, email: detonypetri@yahoo.com.br;

Resumo

A diagnose da exportação nutricional da cultura identifica a quantidade real dos nutrientes extraídos do local de cultivo no momento da colheita. Nesse sentido, possibilita os ajustes na reposição adequada dos nutrientes de cada cultivar. O objetivo desse trabalho foi avaliar a exportação nutricional dos frutos + ráquis de seis cultivares de bananeira, em dois ciclos produtivos, nas condições edafoclimáticas do Norte Fluminense. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, num esquema fatorial 6x2 sendo seis tratamentos referentes às cultivares (Maçã, BRS Tropical, BRS Conquista, Prata-Anã, FHIA 18 e BRS Platina) avaliado em dois ciclos de produção, com três repetições. Na análise da extração nutricional da cultura, avaliaram-se os frutos e a ráquis na ocasião da colheita, utilizando-se pedaços centrais dos frutos (polpa + casca), retirados da fileira externa da 2^a, 3^a e 4^a pencas. Para a amostragem da ráquis, retirou-se um pedaço da sua porção mediana. Na extração nutricional considerou-se em separado os teores da ráquis e dos frutos, a massa seca da ráquis e dos frutos e a produtividade (t ha⁻¹) de cada cultivar. A análise estatística foi efetuada por meio de análises de variância para as características quantificadas, utilizando-se o teste F ou o Teste de Tukey a 5% de probabilidade. De acordo com a literatura da bananeira, o macronutriente potássio apresentou maior exportação dos frutos + ráquis, seguidas de nitrogênio, magnésio, potássio, cálcio, enxofre, além dos micronutrientes zinco, boro, ferro e cobre. Entretanto, no segundo ciclo o maior elemento da exportação fruto + ráquis foi o nitrogênio. O material genético FHIA 18 apresentou maiores valores de exportação de nutrientes das demais cultivares. Contudo, o presente trabalho será avaliado mais um ciclo produtivo para observar a adaptabilidade e estabilidade das cultivares na região Norte Fluminense.

Palavras-chave: *Musa* spp., nutrição mineral, fruto e ráquis, diagnose.

Abstract

Nutritional export of banana plants in two production cycles in Northern Fluminense, RJ, Brazil.

Diagnosis of culture nutrient exportation identifies real amount of nutrients extracted from raise site in the moment of harvest. In this way, it allows adjusts in the adequate reposition of nutrients of each cultivar. The aim of this work was to evaluate nutrient exportation of fruits and stem from six banana tree cultivars in two productive cycles in edafoclimatic conditions in North Fluminense. Experiment was carried out in randomized blocks in a 6 x 2 factorial arrangement, being six cultivar referred treatments evaluated in two production cycles with three repetitions. In analysis of

culture nutrient extraction, both fruits and stem were studied during harvest, using central portions from the fruits (pulp + shell) taken from the external row of 2nd and 3rd hands. For stem sampling, a portion of their middle region was taken. In nutrient extraction, it was held apart levels of stem and fruits, dry mass of stem and fruits and productivity of each cultivar. Statistical analysis were conveyed by means of variance test for quantified characteristics using F-test or Turkey test at 5% level. According to banana tree literature, the macronutrient potassium is the greatest exportation of fruits+stem, followed by nitrogen, magnesium, calcium, sulfur and the micronutrients boron, iron and copper. Nevertheless, in the second cycle the greatest element of exportation was nitrogen. Genetic material FHIA18 showed the highest exportation values from all cultivars.

Keywords: *Musa* spp., mineral nutrition, fruit and stem, diagnosis.

Introdução

A bananeira é considerada uma espécie frutífera tropical de expressiva importância econômica para o Brasil, principalmente por gerar emprego na agricultura, fixar o homem no campo e apresentar elevada demanda pelos consumidores.

O emprego de novas cultivares na bananicultura nacional requer estudos do desempenho individual das cultivares, e a nutrição, um dos fatores determinantes para a sucesso da implantação das mesmas nas regiões produtoras. E a bananeira é uma planta muito exigente em nutrientes, não só por produzir grande massa vegetativa, mas também por apresentar elevadas quantidades de elementos absorvidos pela planta e exportados pelos frutos (Silva et al., 1999).

O adequado atendimento das exigências nutricionais faz com que as plantas frutíferas possam expressar todo seu potencial genético. Logo, conhecer a composição química do cacho e da ráquis, pode se estimar a reposição dos nutrientes exportados pela cultura e desta forma ajustar o manejo da nutrição da planta (Turner & Barkus, 1982). Teixeira (2001) destaca que a manutenção de rendimentos elevados ao longo do tempo depende da reposição dos nutrientes exportados por meio de adubações.

O trabalho objetivou determinar a exportação nutricional dos frutos + ráquis de seis cultivares de bananeira: Prata-Anã, FHIA 18, BRS Platina, Maçã, BRS Tropical e BRS Conquista, durante dois ciclos produtivos, nas condições edafoclimáticas do Norte Fluminense.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em condições de campo na UAP - Unidade de Apoio a Pesquisa, UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, situada no município de Campos dos Goytacazes, ao Norte do Estado do Rio de Janeiro, posicionada na latitude 21°19'23'', longitude 41°10'40'' e altitude de 14 m.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região Norte Fluminense, RJ é classificado com Aw, isto é, clima tropical úmido, com verão chuvoso, inverno seco e temperatura do mês mais frio superior a 18°C. A temperatura média anual se situa em torno de 24°C, sendo a amplitude térmica muito pequena. A precipitação pluviométrica média anual está em torno de 1.023 mm (Gomes, 1999). As características climáticas, químicas e físicas do solo da área experimental estão apresentadas, respectivamente na (Quadros 1 e 2).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com seis tratamentos: Prata-Anã, FHIA 18, BRS Platina, Maçã, BRS Tropical e BRS Conquista, com três repetições. A unidade experimental foi composta

por quatro plantas úteis, com plantas de mesma cultivar servindo de bordadura. O espaçamento de três metros entre linhas e dois metros entre plantas, numa densidade de 1666 plantas ha⁻¹.

A correção e adubação do solo foi baseada no manual de recomendação do estado do Rio de Janeiro (Freire et al., 2013). Anualmente a saturação de bases foi ajustada a 70% (calcário dolomítico), a adubação ministrada bimestralmente em cobertura, com 40 g de ureia (300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N), 45 g de cloreto de potássio (270 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O) e 50 g de fosfato simples (90 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅). Semestralmente, foram adicionados, 50 g de calcário dolomítico e 50 g do formulado com micronutrientes FTE - BR12, cuja composição por kg é de 18 g de B; 8,0 g de Cu; 30 g de Fe; 30 g de Mn; 1,0 g de Mo e 90 g de Zn (Fontes et al., 2003).

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, sendo cada emissor instalado entre as plantas ao longo da linha. O manejo da irrigação foi definido com base na capacidade de retenção de água no solo e na máxima capacidade evapotranspirométrica da cultura (Carvalho & Oliveira, 2012). Foram realizados todos os demais tratamentos culturais recomendados para a cultura.

Na amostragem para análise da extração nutricional da cultura, avaliaram-se os frutos e a rãquis na ocasião da colheita. Para determinar a composição mineral dos frutos verdes, utilizou-se pedaços centrais dos frutos (polpa + casca), retirados da fileira externa da 2^a, 3^a e 4^a pencas. Para a amostragem rãquis, foi retirada na sua porção mediana, para determinação dos teores de nutrientes minerais.

Após o procedimento de amostragem do material, estes foram acondicionados em sacos de papel e levados para o laboratório. As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 70°C, durante 72 horas. Após a secagem, o material foi triturado em moinho tipo Wiley com peneira de 20 *mesh* e armazenado em frascos hermeticamente fechados.

Os nutrientes analisados foram: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu). O N foi determinado pelo método de Nessler após digestão com ácido sulfúrico; e submetido ao Specord (analytikjena); P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, B e Cu após digestão com ácido nítrico e peróxido de hidrogênio foram submetidos à espectrometria de emissão atômica (ICPE-9000, Shimadzu). As análises foram efetuadas no Setor de Nutrição Mineral de Plantas do Laboratório de Fitotecnia CCTA / UENF.

A extração nutricional foi determinada individualmente para cada cultivar, considerando em separados os teores da rãquis e dos frutos, a massa seca da rãquis e dos frutos e a produtividade (t ha⁻¹) de cada cultivar. Sendo as produtividades (t/ha) das cultivares no primeiro ciclo, Prata Anã (31,09), FHIA 18 (38,07), BRS Platina (31,91), Maçã (22,79), BRS Tropical (29,85), BRS Conquista (41,82) e média de 32,59 e no segundo ciclo de Prata Anã (24,55), FHIA 18 (32,40), BRS Platina (24,01), Maçã (21,63), BRS Tropical (16,25), BRS Conquista (36,15) e média de 25,83.

A análise estatística foi efetuada por meio de análises de variância para as características quantificadas, utilizando-se o teste F ou o Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A ordem decrescente de exportação dos nutrientes mineral pela cultura foi através dos valores médios dos macronutrientes (kg ha⁻¹) e micronutrientes (g ha⁻¹) nos dois ciclos de produção. Foi observada a seguinte sequência, K (147,9) > N (60,3) > Mg (10,6) > P (8,9) > Ca (3,9) > S (3,7) > Zn (97,1) > B (93,7) > Fe (40,2) > Cu (29,0).

Quantidades de nutrientes exportados semelhantes foram encontrados por Teixeira et al., (2008) onde afirmam que para produzir 40 t ha⁻¹ de bananas Cavendish, em média, o macronutriente (kg ha⁻¹) e micronutrientes (g ha⁻¹) mais exportados pelo cacho foram o K (182,0) seguido pelo N (68,0), Mg (10,0), P (8,0), Ca (6,0), S (3,0), Fe (147,0), B (89,0), Zn (68,0) e Cu (25,0). Outros autores encontraram resultados parecidos na ordem de exportação para os macronutrientes. Salomão et al. (2004) encontraram a ordem decrescente de K > N > Mg > P > Ca e Borges & Silva (1995) obtiveram, K > N > Mg > P > Ca.

Valores divergentes foram observados para os micronutrientes, Hoffmann et al (2010a) que obtiveram a ordem decrescente da exportação para a maioria das variedades estudadas de Mn > Fe > B > Zn > Cu. A absorção e exportação de nutrientes está intimamente ligada a diversos fatores, o hídrico, o solo, o genético, a região e o manejo nutricional da planta, portanto ocasionando certa variação na comparação com outros trabalhos.

Houve diferenças da exportação nutricional entre os ciclos para os nutrientes P, K, Ca, Mg, Cu e Fe sendo maior no primeiro ciclo em relação ao segundo (Quadro 3).

As diferenças na exportação nutricional entre os ciclos podem ter sido influenciadas pela redução na produtividade do primeiro para o segundo ciclo, afetando diretamente a quantidade a quantidade de massa seca retirada da área, por consequência uma menor exportação de nutrientes.

A cultivar FHIA 18 foi a que exportou a maior quantidade de Fe, mas não diferiu da BRS Conquista (Quadro 4). Já para as demais cultivares a exportação foi baixa, com valores entre 5,8 a 8,7 kg ha⁻¹. Borges & Silva (1995) avaliaram extração de nutrientes pela cultura da banana e constataram que o fósforo foi o macronutriente menos exportado pelos frutos na média de cinco cultivares. De acordo com Robinson (1996), a cultura da banana tem baixo requerimento de fósforo.

Dentre os nutrientes, o K foi o mais exportado pelos frutos e rúquis A maior exportação do K foi apresentada pela FHIA 18, dentre as médias das cultivares houve uma variação de 92,1 a 238,2 kg ha⁻¹ da exportação do nutriente (Quadro 4). Outros autores avaliando a exportação pelo cacho, constataram que o potássio seguido pelo nitrogênio foram os nutrientes mais exportados (Salomão et al., 2004), (Teixeira et al., 2008) e (Hoffmann et al., 2010a).

Para o cálcio, a maior exportação também foi verificada para a ‘FHIA 18’ e as menores médias ‘Maçã’ e ‘BRS Tropical’ (Quadro 4). A menor média foi observada no cultivar Maçã (2 kg ha⁻¹), e conseqüentemente foi a planta que menos extraiu e mobilizou o nutriente para o cacho. Tais resultados são importantes para um diagnóstico e ajuste do manejo nutricional da cultivar.

A cultivar FHIA 18 apresentou a maior exportação de magnésio (16,6), em kg ha⁻¹, em relação às demais cultivares, Prata Anã (10,2), BRS Platina (10,9), Maçã (6,1), BRS Tropical (7,6) e BRS Conquista (12,7) (Quadro 4). Soares et al., (2008) avaliaram o acúmulo, exportação e restituição de nutrientes em Limoeiro - CE, para a Prata Anã com uma produtividade de 12,99 kg ha⁻¹, encontraram uma exportação de magnésio foi de 3,3 kg ha⁻¹. Os dados mostraram grande variação entre as cultivares e outros cultivos para a extração.

A ‘Prata Anã’ foi a maior exportadora de cobre dentre as cultivares (Quadro 5). Hoffmann et al.(2010a), avaliando o acúmulo de matéria seca e de macronutrientes de seis cultivares de bananeira, observaram que os valores exportados de cobre para a cultivar Prata Anã foram de 25,2 g ha⁻¹, sendo o menor dentre as cultivares avaliadas e 55% menores do que os observados em Campos dos Goytacazes-RJ. É possível que a

concentração deste elemento químico no solo e o manejo da adubação, entre outros fatores, possam influenciar a extração.

Para Fe, dentre as cultivares estudadas, a FHIA 18 foi superior na exportação as cultivares BRS Platina e Maçã, entretanto não diferiu dos outros genótipos (Quadro 5). Houve uma grande variação entre as cultivares, de 269 a 75 g ha⁻¹. Resultados com uma amplitude maior foram observadas por Hoffmann et al. (2010b), que avaliaram a extração de micronutrientes pelo cacho de seis cultivares, e o conteúdo de Fe variou de 534,6 a 56,4 g ha⁻¹.

Houve um incremento na exportação de nitrogênio no segundo ciclo de cultivo, exceto para a ‘BRS Tropical’ (Quadro 6). Apesar da menor produtividade no segundo ciclo a nível de campo, houve uma maior acumulação e exportação do nitrogênio, acredita-se que no segundo ciclo a planta potencialize sua absorção do nutriente no solo.

Entre as cultivares, no primeiro ciclo, a FHIA 18 foi a que extraiu mais, entretanto não diferiu da BRS Conquista. Contudo no segundo ciclo, confirmou-se a tendência de maior extração para o nutriente nitrogênio (Quadro 6). As cultivares FHIA 18 e BRS Conquista foram igualmente produtivas, e conseqüentemente possuem a maior exportação do Nitrogênio, entretanto a maior exportação do cultivar FHIA 18 no segundo ciclo se deve as características da cultivar de maior exigência e translocação do nutriente para o cacho.

Hoffmann et al. (2010a) avaliaram o acúmulo de matéria seca e de macronutrientes de seis cultivares de bananeira, e observaram que os valores N exportados variarão de 25,7 a 103,2 kg ha⁻¹. A amplitude dos valores exportados no presente trabalho foi de 26,7 a 68,2 kg ha⁻¹ no primeiro ciclo e de 48,6 até 135,5 kg ha⁻¹. Tais resultados indicam grande variação que pode ocorrer entres outros trabalhos e ciclos produtivos, devido a diversos fatores climáticos, manejo e em função das variedades.

Para o enxofre, ocorreu uma diminuição da exportação do nutriente no segundo ciclo, menos a ‘Maçã’ que não diferiu. Devido a menor produtividade apresentada no segundo ciclo. Entre as cultivares, a FHIA 18 foi a que obteve a maiores valores nos dois ciclos produtivos (Quadro 6). No segundo ciclo, por exemplo, a cultivar apresentou aproximadamente 2 vezes maior extração do que as cultivares Prata Anã, BRS Platina, Maçã e BRS Tropical.

Para o micronutriente Boro, ocorreu uma acentuada diminuição da exportação do nutriente em todas as cultivares no segundo ciclo, Prata Anã (106%) FHIA 18 (96%), BRS Platina (98%), Maçã (72%), BRS Tropical (421%) e a BRS Conquista (138%) (Quadro 7). Possivelmente devido as menores produtividades apresentadas pelo pelas cultivares. Destaca-se a cultivar BRS Tropical que apresentou a maior perda de acumulação do nutriente no fruto. Entre as cultivares no primeiro ciclo, a FHIA 18 e a BRS Tropical foram as mais exportadoras, entretanto no segundo ciclo foram a FHIA 18, BRS Platina e a BRS Conquista foram as superiores.

No nutriente Zn, houve diferença entre a média das cultivares nos ciclos produtivos, apenas a BRS Platina e Maçã não diferirão entre os ciclos, para demais ocorreu uma queda devido a menor produção. (Quadro 7). Separando as cultivares em grupos de quantidade exportada, destaca-se como a FHIA 18 como maior exportadora do nutriente, medianamente as cultivares Prata Anã, BRS Platina e BRS Conquista, e exportação inferior, a BRS Tropical e Maçã. Confirmando as características exportadoras de cada cultivar.

Conclusão

O material genético FHIA 18 apresentou maiores valores de exportação de nutrientes em relação às demais cultivares.

Referências

- Borges, A.L. & Silva, S. de O. 1995. Extração de macronutrientes por cultivares da banana. *Revista Brasileira Fruticultura*, Cruz das Almas 17:57- 66.
- Borges, A.L. & Souza, L. da S. 2004. O cultivo da bananeira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 279p.
- Carvalho, D.F. de & Oliveira, L.F.C de. 2012. Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada. Ed. Viçosa: Viçosa. 240p.
- Fontes, P.S.F., Carvalho, A.J.C., Cereja, B.S., Marinho, C.S., Monnerat, P.H. 2003. Avaliação do estado nutricional e do desenvolvimento da bananeira prata-anã (*Musa* spp.) em função da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25:156-159.
- Freire, L.R., Balieiro, F. de C., Zonta, E., Anjos, L.H.C., Pereira, M.G., Lima, E., Guerra, J.G.M., Ferreira, M.B.C., Leal, M.A. de A., Campos, D.V.B. de & Polidoro, J.C. 2013. Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro. 1ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa, v.1, 2013. 430p.
- Gomes, M.C.R. 1999. Efeito da irrigação suplementar na produtividade da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes, RJ. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense. 51p. Dissertação de Mestrado.
- Hoffmann, R.B., Oliveira, F.H.T., Gheyi, H.R., Souza, A.P. de & Arruda, J.A. 2010b. Acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de micronutrientes em variedades de bananeira sob irrigação. *Ciências Agrotecnologia* 34:536-544.
- Hoffmann, R.B., Oliveira, F.H.T., Souza, A.P. de, Gheyi, H.R. & Souza Júnior, R.F. de. 2010a. Acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. *Revista Brasileira Fruticultura* 32:268-275.
- Robinson, J.C. 1996. Bananas and plantains. CAB International: New York. 238p.
- Salomão, L.C.C., Puschmann, R., Siqueira, D.L. de & Nolasco, C. de A. 2004. Acúmulo e distribuição de nutrientes em banana ‘Mysore’ em desenvolvimento. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26:290-294.
- Silva, S. de O.E., Alves, E.J., Shepherd, K. & Dantas, J.L.L. 1999. Cultivares. p.85-105. In: Alves, E.J. (org.). *A Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais*. Brasília.
- Soares, F.A.L., Gheyi, H.R. & Oliveira, F.H.T., Fernandes, P.D., Alves, A.N. & Silva, F.V. da. 2008. Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras “Prata Anã” e “Grand Naine”. *Ciência Rural* 38:2054-2058.
- Soto Ballesteros, M. 1992. Bananas: cultivo y comercialización. 2. ed. San José, Costa Rica: Litografia e Imprensa LIL.
- Teixeira, L.A.J. 2001. Cultivares de bananeira. In: Ruggiero, C. (org.) *Banicultura*. Jaboticabal, 2001, p.150-170.
- Teixeira, L.A.J., Raij, B.V. & Bettiol Neto, J.E. 2008. Estimativa das necessidades nutricionais de bananeiras do subgrupo Cavendish cultivadas no estado de São Paulo. *Revista Brasileira Fruticultura* 30:540-545.
- Turner, D.W. & Barkus, B. 1982. Yield, chemical composition, growth and maturity of ‘Williams’ banana fruit in relation to supply of potassium, magnesium and manganese. *Scientia Horticulturae* 16:239-252.

Quadro 1 - Características físicas de granulometria, densidade de partícula, densidade do solo e condutividade elétrica de amostras de solo (0-20 e 20-40 cm) da área experimental na Unidade de Apoio à pesquisa da UENF. P, K, Zn, Cu, Fe e Mn: Extrator-Mehlich1; Ca, Mg e Al - Extrator - KCl - 1mol/L.

Profundidade (cm)	Areia	Argila	Silte	Densidade de Partícula (g cm ⁻³)	Densidade do solo	Condutividade Elétrica dS m ⁻¹
0-20	60	480	460	2,41	1,16	0,245
20-40	40	480	480	2,42	1,16	0,249

Quadro 2 - Características químicas da amostra do solo do primeiro ciclo (0-20 e 20-40 cm) e do segundo ciclo (0-20 cm) da área experimental na Unidade de Apoio à Pesquisa da UENF. O Boro foi extraído com água quente e o Enxofre extrator fosfato monocalcico.

Ciclo	Prof.	pH	S	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	C
	cm	H ₂ O	mg/dm ³					mmol/dm ³			g/dm ³
1°	0-20	5,5	22	4	2,1	32,2	43	1,9	39,5	3,1	17,4
1°	0-40	5,4	31	5	1,3	25,8	41	3,2	33,6	2,5	11,3
2°	0-20	5,1	25	7	2,1	27,3	15	2,3	42,8	5,6	13,4
Ciclo	Prof.	MO	CTC	SB	V	m	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	cm	g/dm ³	mmol/dm ³	%	%				mg/dm ³		
1°	0-20	30	120	80,4	67	2	111	1,91	6,45	59,24	0,30
1°	0-40	19	104	70,6	68	4	141	1,95	4,09	34,63	0,35
2°	0-20	23	111	69,0	62	3	50,8	3,64	10,9	61,44	1,35

Quadro 3 - Exportação de P, K, Ca, Mg, Cu e Fe pela colheita de frutos + ráquis em dois ciclos de produção no Norte Fluminense. Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P <0,05).

Cultivar	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)	Cu (g ha ⁻¹)	Fe (g ha ⁻¹)
1° ciclo	10,9 a	178,2 a	4,3 a	12,9 a	38,0 a	219 a
2° ciclo	7,0 b	117,5 b	3,6 b	8,4 b	24,1 b	128 b
Média	8,9	147,9	3,9	10,6	31,1	173,1
CV (%)	18,7	14,9	16,0	14,8	29,0	40,2

Quadro 4 - Exportação de P, K, Ca e Mg pela colheita de frutos + ráquis por seis cultivares de bananeira em dois ciclos de produção no Norte Fluminense. Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P <0,05).

Cultivar	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)
Prata Anã	7,3 c	120,1 cd	3,9 b	10,2 bc
FHIA 18	13,1 a	238,2 a	6,8 a	16,6 a
BRS Platina	8,7 bc	141,9 bc	4,1 b	10,9 b
Maçã	5,8 c	92,1 d	2,0 c	6,1 d
BRS Tropical	7,8 c	131,4 bcd	2,7 c	7,6 cd
BRS Conquista	11,2 ab	163,7 b	4,2 b	12,7 b
Média	8,9	147,9	3,9	10,6
CV (%)	18,7	14,9	16,0	14,8

Quadro 5 - Exportação de cobre e ferro pela colheita de frutos + ráquis por seis cultivares de bananeira em dois ciclos de produção no Norte Fluminense. Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Cultivar	Cobre (g ha^{-1})	Ferro (g ha^{-1})
Prata Anã	56,1 a	216 ab
FHIA 18	31,6 b	269 a
BRS Platina	28,2 b	139 bc
Maçã	25,8 b	75 c
BRS Tropical	25,4 b	149 abc
BRS Conquista	19,5 b	191 abc
Média	31,1	173,1
CV (%)	29,0	40,2

Quadro 6 - Exportação de N e S, pelos frutos + ráquis de seis cultivares de bananeira em dois ciclos de colheita no Norte Fluminense. Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Cultivar	N (kg ha^{-1})		S (kg ha^{-1})	
	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo
Prata Anã	33,8 Bcd	64,6 Ac	3,7 Abc	2,3 Bb
FHIA 18	68,2 Ba	135,3 Aa	7,4 Aa	4,9 Ba
BRS Platina	47,6 Bbc	62,5 Ac	4,7 Ab	2,5 Bb
Maçã	26,7 Bd	55,7 Ac	2,7 Ac	2,1 Ab
BRS Tropical	46,0 Abc	48,6 Ac	5,0 Ab	2,1 Bb
BRS Conquista	53,1 Bab	81,9 Ab	5,0 Ab	3,1 Bb
Média	45,9	74,7	4,7	2,8
CV (%)	11,5		14,4	

Quadro 7 - Exportação de B e Zn, pelos frutos + ráquis de seis cultivares de bananeira em dois ciclos de colheita no Norte Fluminense. Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Cultivar	B (g ha^{-1})		Zn (g ha^{-1})	
	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo
Prata Anã	97,6 Abc	47,2 Bb	105,5 Ab	75,4 Bbc
FHIA 18	193,3 Aa	98,4 Ba	225,2 Aa	126,3 Ba
BRS Platina	121,5 Ab	61,2 Bab	108,5 Ab	88,7 Aab
Maçã	53,7 Ac	31,2 Bb	54,2 Ac	40,5 Ac
BRS Tropical	190,4 Aa	36,5 Bb	92,1 Abc	44,2 Bc
BRS Conquista	136,8 Ab	57,4 Bab	127,3 Ab	77,4 Bbc
Média	132,2	55,3	118,8	75,4
CV (%)	18,6		16,6	

Altura de corte do pseudocaule após a colheita da bananeira Nanicão 'Jangada'

Thais Cristina Morais Vidal & Lourenço dos Santos Cavallari

Universidade Norte do Paraná, Rua Marselha, 183 Jardim Piza, Londrina-PR, Brasil
CEP 86041-140, thaiscmorais@yahoo.com.br

Resumo

O corte do pseudocaule da bananeira após a colheita constitui-se em um importante trato cultural. Entretanto, não há pesquisas que evidenciem a altura ideal para sua supressão. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da altura de corte do pseudocaule da bananeira Nanicão 'Jangada' sobre o desenvolvimento do rebento. O experimento foi instalado no município de Andirá, PR, Brasil. Foram selecionadas touceiras com rebentos com altura acima de 2,0 m. Os tratamentos adotados foram: planta-mãe inteira, poda do pseudocaule a 2,0 m do solo, poda do pseudocaule a 1,5 m do solo e supressão total da planta mãe, com pseudocaule removido ao nível do solo. O desenvolvimento vegetativo dos rebentos foi avaliado durante 60 dias, sendo mensuradas a altura de planta, diâmetro do pseudocaule a 1,30 m do solo, diâmetro da região de inserção das bainhas foliares, diâmetro do pseudocaule ao nível do solo e número de folhas emitidas durante o período. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quinze repetições. A altura de planta variou entre 2,09 m nos rebentos conduzidos sem a remoção da planta mãe e 2,15 m quando foi realizada poda do pseudocaule a 2,0 m, e supressão total da planta mãe. Rebentos conduzidos com a planta-mãe inteira e com corte do pseudocaule a 2,0 m apresentaram diâmetro do pseudocaule a 1,30 m do solo, de 0,35 m, enquanto que a remoção total da planta mãe resultou em plantas com 0,40 m de diâmetro de pseudocaule a 1,30 m do solo. Quando não houve remoção da planta mãe, o diâmetro da inserção foliar foi de 0,25 m, e de 0,27 m para os demais tratamentos. O diâmetro do pseudocaule a nível do solo variou de 0,66 a 0,7 m, quando a planta mãe foi mantida inteira, e quando houve supressão total, respectivamente. Todos os tratamentos apresentaram três folhas efetivas emitidas no período. A altura de corte do pseudocaule não influencia no desenvolvimento do rebento da bananeira Nanicão 'Jangada'.

Palavras-chave: crescimento vegetativo, desenvolvimento, grupo Cavendish, *Musa* spp.

Abstract

Cutting height pseudostem after harvest of banana Nanicão 'Jangada'.

Removal of banana pseudostem after harvest is of utmost importance in cultural traits. Nevertheless, there is a lack of studies to elucidate the ideal time for its elimination. The objective of this study was to evaluate the effect of the cutting height of banana Nanicão 'Jangada' pseudostem on sucker development. Experiment was installed in Andirá city, Paraná state Brazil. Clumps with suckers height above 2.0 m were selected. Treatments consisted of: whole mother plant kept; parent pseudostem pruning at 2.0 m from the ground surface, parent pseudostem pruning at 1.5 m from the ground surface and total elimination of the mother plant which pseudostem were removed at ground surface. Suckers vegetative development was evaluated during 60 days by the measure of the plant height, diameter of the pseudostem at 1.30 m from

ground surface, diameter of insertion region of leaf sheaths, diameter of pseudostem and number of leaves during the period. The experimental design was completely randomized, with four treatments and fifteen replicates. Plant height ranged from 2.09 m, in suckers conducted without removal of the mother plant, to 2.15 m, when parental pseudostem pruning was performed at 2.0 m and total elimination of the mother plant. Suckers conducted with whole mother plant and with removal of parental pseudostem at 2.0 m presented diameter of the pseudostem at 1.30 m from ground surface of 0.35 m, while the total removal of the mother plant resulted in diameter of the pseudostem at 1.30 m from ground surface of 0.40 m. When there was no removal of the mother plant, the diameter of insertion region of leaf sheaths was 0.25 m, otherwise other treatments showed 0.27 m in diameter of insertion region of leaf sheaths. The diameter of pseudostem ranged from 0.66 to 0.7 m, when mother plant was kept and when it was total eliminated, respectively. All treatments exhibited three effective leaves emitted in the period. The cutting height of the parental pseudostem does not influence the development of banana tree Nanicão 'Jangada'.

Keywords: vegetative growth, development, Cavendish series, *Musa* spp.

Introdução

O cultivo comercial da bananeira necessita de diversos tratamentos culturais que, juntamente com as condições edafoclimáticas, farão com que a planta expresse seu máximo potencial genético, permitindo a exploração total de sua capacidade produtiva (Alves & Lima, 2000).

Dentre os tratamentos culturais de grande importância que devem ser realizados em um bananal comercial, está a poda do pseudocaule da planta após a colheita do cacho (Manica, 1998). Essa prática tem como principais objetivos reduzir o sombreamento dos seguidores e aumentar o arejamento do bananal.

Entretanto, a altura da poda do pseudocaule varia de região para região e há produtores que não cortam nem as folhas nem o pseudocaule da bananeira colhida, enquanto que outros cortam tanto as folhas como parte ou todo o pseudocaule (Alves & Lima, 2000).

Diversos autores evidenciam que é importante deixar uma parte do pseudocaule da planta podada, visando potencializar o desenvolvimento da planta filha (Chitarra & Chitarra, 1984; Carvajal et al., 1991), devido à translocação da seiva, rica em água e minerais, da planta mãe para o broto remanescente, recomendando então a poda do pseudocaule de maneira gradual.

Diferentes autores recomendam que a melhor altura para o seccionamento do pseudocaule é deixá-lo no seu maior comprimento, removendo somente as folhas, enquanto que outros autores concluem que, para bananeiras do subgrupo 'Pacovan' não há incremento de produção relacionada às diferentes alturas de poda do pseudocaule (Gomes et al., 1984; Rodrigues et al., 2008).

Além disso, há autores que recomendam que, do ponto de vista econômico, o melhor seria a remoção total do pseudocaule imediatamente após a colheita, o que evitaria o retorno ao bananal para supressão do material remanescente, após a total translocação da seiva da planta mãe para o rebento, evitando que esse pseudocaule já semidecomposto sirva de fonte de inóculo para microorganismos patogênicos (Alves & Lima, 2000).

Especialmente para bananeiras do grupo Cavendish, há autores que orientam manter parte do pseudocaule da planta mãe colhida em pé por até 60 dias, com fins de

aproveitamento de água e minerais pelos filhotes remanescentes na touceira (Borges & Souza, 2004).

Apesar da importância econômica da bananeira Nanicão 'Jangada' (Pazini & Viegas, 2006), não há pesquisas que evidenciem a altura ideal de poda do pseudocaule para essa cultivar. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da altura de poda do pseudocaule da bananeira Nanicão 'Jangada' sobre o desenvolvimento do rebento.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no município de Andará, PR, Brasil, em um pomar comercial de bananeira *Musa* (grupo AAA) 'Nanicão Jangada' com quatro anos de idade, localizado sob as coordenadas geográficas 22° 58' 40" S, 50° 13' 52" W, com altitude de 479 m.

O pomar foi instalado com espaçamento de 2,0 m entre plantas e 2,5 m entre ruas e foram realizadas irrigações, com o uso de microaspersores, apenas em dias secos. A fertilização e os manejos fitossanitários foram os recomendados para a cultura na região (EMBRAPA, 2006).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, de textura média-argilosa. O clima é classificado, segundo Köppen, como Cfa. A temperatura média anual é de 21,2 °C, a umidade relativa média anual do ar varia de 75 a 80% e a pluviosidade média é de 1375 mm ao ano, segundo o Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR (2014).

O experimento teve início a partir da seleção de touceiras que apresentavam rebentos com altura acima de 2,0 m e que a planta-mãe seria colhida nesta mesma ocasião. As touceiras foram conduzidas apenas com o rebento selecionado e o pseudocaule remanescente da colheita da planta-mãe, quando este foi mantido.

Os tratamentos adotados foram as diferentes alturas de poda do pseudocaule da planta-mãe após a colheita, sendo eles: planta-mãe inteira, sem remoção de folhas ou pseudocaule, poda do pseudocaule a 2,0 m do solo, poda do pseudocaule a 1,5 m do solo e remoção total da planta mãe, com poda do pseudocaule no nível do solo.

O experimento foi instalado em julho de 2015 e foi conduzido por 60 dias, até a total decomposição dos pseudocaules remanescentes da poda. Foram avaliadas as características de desenvolvimento dos rebentos, sendo mensuradas a altura da planta (HP), o diâmetro do pseudocaule a 1,30 m (DAP), o diâmetro de inserção das bainhas foliares (DIF), o diâmetro do pseudocaule ao nível do solo (DPNS), o número de folhas emitidas entre as avaliações (NFE), além do número de folhas ativas, sendo consideradas as folhas que apresentavam mais de 50% do limbo foliar verde (NFV). As avaliações foram realizadas aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias após a colheita da planta-mãe.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quinze repetições, sendo cada repetição uma touceira, totalizando 60 plantas. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Tukey a 5%, com auxílio do programa estatístico Assistat (Silva & Azevedo, 2009).

Resultados e Discussão

Não houve influência da altura de corte do pseudocaule da planta mãe no crescimento do rebento, para nenhuma das características avaliadas (quadro 1).

A HP variou entre 2,09 nos rebentos de touceiras conduzidas com a planta mãe inteira, e 2,15 m nos rebentos conduzidos com o pseudocaule da planta mãe seccionada a 2,0 m do solo, e quando houve remoção total desta. Os rebentos das touceiras

conduzidas com o pseudocaule da planta mãe seccionado a 1,5 m de altura apresentaram, em média, 2,12 m.

O DAP dos rebentos das touceiras conduzidas com a planta mãe inteira e com poda do pseudocaule a 2,0 m do nível do solo foi de 0,35 m, enquanto que quando o pseudocaule da planta mãe foi podado a 1,5 m do nível do solo, os rebentos apresentaram em média 0,36 m de DAP. A supressão total da planta mãe resultou em DAP de 0,40m.

Quando a planta mãe foi mantida inteira, o DIF foi de 0,25 m. Já, o seccionamento do pseudocaule da planta mãe a 1,5 m do solo resultou em DIF de 0,26 m. Nas touceiras mantidas com o pseudocaule da planta mãe seccionado a 2,0 m de altura e, quando houve remoção total da planta mãe, os rebentos apresentaram 0,27 m de DIF, em ambos os casos (quadro 1).

O DPNS variou entre 0,66 m nos rebentos conduzidos nas touceiras onde não houve remoção da planta mãe, e 0,70 m quando houve remoção total da planta mãe. Quando o pseudocaule da planta mãe foi podado a 1,5 e 2,0 m de altura, o DPNS final foi de 0,68 m (quadro 1).

Durante o período, todos os tratamentos apresentaram três folhas emitidas entre cada avaliação. Quanto ao NFV, este variou entre nove, quando a planta mãe foi mantida inteira, quando o pseudocaule da planta mãe foi seccionado aos 2,0 m e quando houve supressão total da planta mãe. Quando o pseudocaule da planta mãe foi mantido a 1,5 m de altura, os rebentos mantiveram dez folhas vivas ao final do período.

Resultados semelhantes foram observados por Rodrigues et al. (2008), em trabalho conduzido por cinco ciclos consecutivos da bananeira ‘Prata-anã’ (grupo AAB), sob sistema irrigado, na região Norte de Minas Gerais, em que não foram constatadas diferenças significativas para altura da planta, número de folhas viáveis, perímetro do pseudocaule, dias entre o florescimento e a colheita, massa e número de frutos por cacho e massa média e número de frutos por penca.

Alves & Oliveira (1999) afirmam que, apesar de haverem evidências de translocação de água e sais minerais do pseudocaule remanescente para os filhos em desenvolvimento, não há influência do método de remoção do pseudocaule no desenvolvimento dos rebentos e em sua produtividade.

Manica & Gomes (1984) e Moreira (1999) avaliaram o efeito da altura de corte do pseudocaule da planta mãe da bananeira ‘Prata’ (grupo AAB) e não observaram influência do método de poda adotado sobre a produção do rebento no ciclo seguinte.

Em experimento realizado com diferentes alturas de poda do pseudocaule da bananeira no município de Pariquera-Açu- São Paulo, onde predomina o clima subtropical úmido, com temperatura média de 22 °C e precipitação média anual de 1672 mm e predominância de Latossolo amarelo álico. Moreira (1987) observou que o melhor desenvolvimento da planta filha, além de incremento no peso do cacho e produção ocorreu quando o pseudocaule da planta mãe foi suprimido na altura da roseta foliar, e o menor desenvolvimento e produção da planta filha ocorreram quando a planta mãe foi mantida inteira, com todas as folhas após a colheita do cacho, o que evidencia que as condições climáticas e de solo podem influenciar na aplicação das diferentes técnicas de supressão do pseudocaule após a colheita.

Apesar da altura de corte do pseudocaule não ter interferido no desenvolvimento do rebento, diversos autores sugerem o seccionamento do pseudocaule rente ao solo, o que deixa disponível para o agricultor maiores volumes de material que possa ser destinado para a confecção de iscas do tipo telha e queijo (Carvajal et al., 1991; Rodrigues et al., 2008), além de permitir a melhora das propriedades físicas e químicas do solo a partir da incorporação dos resíduos da colheita (Alves & Oliveira, 1999).

Considerando-se ainda as boas práticas agrícolas e a busca pela certificação dos frutos, as Normas para a Produção Integrada de Bananas (BRASIL, 2005) orientam os agricultores a eliminarem o pseudocaule da planta-mãe logo após a colheita, além da deposição dos mesmos na área de plantio.

Conclusão

A altura de corte do pseudocaule não influencia no desenvolvimento do rebento da bananeira Nanicão ‘Jangada’.

Referências

- Alves, E.J. & Oliveira, M.A. 1999. Práticas culturais. p.335-350 In: E.J. Alves, A cultura da banana, 2ed., EMBRAPA, Brasília.
- Alves, E.J. & Lima, M.B. 2000. Tratos culturais. p. 83-91 In: Z.J.M. Cordeiro, Frutas do Brasil - Banana Produção 1. 1 ed., EMBRAPA, Brasília.
- Borges, A.L. & Souza, L.S. 2004. O cultivo da bananeira. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas.
- Carvajal, S.B., Salazar M., C.A., Cayón S., G.; Lozada Z., J.E., Castillo, L.E. & Valencia, M. 1991. Manejo de plantaciones. El cultivo del plátano en el tropico. Cali, Colombia. p.149-242.
- Chitarra, A.B. & Chitarra, M.I.F. 1984. Manejo pós-colheita e amadurecimento comercial de banana. Pesquisa Agropecuária Brasileira 19(6):761-771.
- Borges, A.L. 2006. Banana: Instruções práticas de cultivo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, n 161, Brasília.
- Gomes, J.A., Nóbrega, A.C. & Adersen, O. 1984. Densidade de plantio da bananeira cultivar Prata (grupo AAB), na região produtora do estado do Espírito Santo. VII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Florianópolis, Brasil 7-10 Outubro, p. 237-249. Instituto Agrônômico do Paraná. 2011. Estações meteorológicas. www.iapar.br/arquivos/Imagem/monitoramento/Médias_Históricas/Londrina.htm
- Manica, I. & Gomes, J.A. 1984. Outras práticas culturais importantes. Simpósio Brasileiro sobre bananicultura, Jaboticabal, Brasil, 4-7 Maio. p.196-213.
- Manica, I. 1998. Bananas: do plantio ao amadurecimento. Embrapa Amazônia Oriental (CPATU), Cinco Continentes, Porto Alegre.
- Moreira, R.S. 1987. Banana: teoria e prática de cultivo, Fundação Cargill, Campinas.
- Moreira, R.S. 1999. Banana: teoria e prática de cultivo, Fundação Cargill, 2ed., Campinas.
- Pazini, H.S. & Viegas, V.G. Análise e fatores condicionantes do desempenho das exportações brasileiras de banana no período de 1990 a 2003. 2006. XLIV Congresso da Sociedade brasileira de economia e sociologia rural. Fortaleza, Brasil 23-27 Julho. p. 195-218.
- Rodrigues, M.G.V., Dias, M.S.C., Ruggiero, C. & Lichtemberg, L.A. 2008. Planejamento, implantação e manejo do bananal. p. 14-24 In: Bananicultura irrigada-Inovações tecnológicas, Informe Agropecuário, v.29, n.245, Belo Horizonte.

Quadro 1 - Fitometria dos rebentos da bananeira Nanicão ‘Jangada’ submetidos a diferentes alturas de poda do pseudocaule da planta mãe após a colheita, Londrina, 2015.

Tratamento	Altura do rebento (m)	Diâmetro do pseudocaule a 1,30 m do solo (m)	Diâmetro da inserção foliar(m)	Diâmetro do pseudocaule a nível do solo (m)	Número de folhas emitidas	Número de folhas vivas
Planta mãe inteira	2,09 ^{n/s}	0,35 ^{n/s}	0,25 ^{n/s}	0,66 ^{n/s}	3 ^{n/s}	9 ^{n/s}
Corte a 2m de altura	2,15	0,35	0,27	0,68	3	9
Corte a 1,5m de altura	2,12	0,36	0,26	0,68	3	10
Corte total da planta mãe	2,15	0,40	0,27	0,70	3	9
CV(%)	11,70	13,18	14,6	10,56	25,8	11,22

^{n/s} - Os dados não apresentam diferença estatística, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Aplicação de cloreto de mepiquate visando alteração na arquitetura de plantas do maracujazeiro amarelo

Ivan Marcos Rangel Junior¹, Fabio Ferreira Cruvinel¹, Marco Antonio da Silva Vasconcellos¹ & Raul Castro Carriello Rosa².

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR-465 – Seropédica – RJ – Brasil, juniorangel2@hotmail.com

²Embrapa Agrobiologia, BR-465 – Seropédica – RJ – Brasil, raul.rosa@embrapa.br

Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da aplicação do Cloreto de Mepiquate (Pix®HC) na cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) visando a redução do comprimento médio dos entrenós, diferenciando a arquitetura da planta de modo a conferir maior número de brotações vegetativas por metro linear de ramo e conseqüentemente um aumento no número de estruturas reprodutivas formadas, viabilizando assim aumento na produtividade da cultura, sem alterar o espaçamento de plantio. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com 12 repetições e quatro tratamentos com doses diferentes do produto comercial Pix®HC (*1,1-dimethylpiperidinium chloride*), a saber: T1: 0 g i.a.ha⁻¹ (controle), T2: 37,5 g i.a.ha⁻¹, T3: 50 g i.a.ha⁻¹, T4: 75 g i.a.ha⁻¹. O substrato utilizado foi preparado com terra de subsolo, areia e esterco de curral curtido na proporção 3:1:1, sendo as plantas mantidas em estufa com condições adequadas de água e nutrientes. Foi possível a observação da redução do valor do comprimento médio dos entrenós nos tratamentos testados quando submetidas a diferentes doses do produto comercial Pix® HC, contudo não foi possível observar diferença significativa para as variáveis estudadas. Os resultados obtidos indicam potencial na pesquisa com doses e intervalos de aplicação do Cloreto de Mepiquate na redução do comprimento médio dos entrenós.

Palavras-chave: fitorregulador, comprimento entrenó, *Passiflora edulis f. flavicarpa*, maracujá.

Abstract

Application of mepiquate chloride for change in the architecture of yellow passion fruit plant.

The objective of this work was to evaluate the effect of the application of Mepiquate Chloride (Pix ® HC) on the cultivation of yellow passion fruit (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), aiming at the reduction of internodes, differentiating the plant architecture in order to confer greater number of shoots vegetative growth per linear meter of branch and consequently an increase in the number of reproductive structures formed, thus making possible an increase in crop productivity, without altering planting spacing. The experimental design was the completely randomized with 12 replicates and four treatments with different doses of the commercial product Pix®HC (*1,1-dimethylpiperidinium chloride*), namely: T1: 0 g i.a ha⁻¹ (control), T2: 37.5 g a.i ha⁻¹, T3: 50 g a.i ha⁻¹, T4: 75 g i.a ha⁻¹. The substrate used was prepared with subsoil, sand and corral manure tanned in the proportion 3: 1: 1, being the plants kept in greenhouse with adequate conditions of water and nutrients. It was possible to observe the reduction of the average length value of the internodes in the treatments tested when submitted to

different doses of the commercial product Pix® HC, however it was not possible to observe a significant difference for the studied variables. The results indicate potential in the research with doses and intervals of application of Mepiquat Chloride in reducing the average length of internodes.

Keywords: phyto regulator, length trained, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, passion fruit.

Introdução

Os retardadores de crescimento são compostos sintéticos, antagonistas de giberelina, utilizados para reduzir o porte das plantas a um padrão desejado, atuando na redução tanto do alongamento das células quanto da taxa de divisão celular, sem, entretanto, causar alterações no desenvolvimento ou toxidez a planta (Rademacher, 2000).

O cloreto de mepiquate (1,1-dimethylpiperidinium chloride) é caracterizado como um composto quaternário de atuação na cadeia de síntese da giberelina, onde inibe as enzimas ent-copalil difosfato sintase e ent-caureno sintase que irá converter o geranyl geranyl difosfato em ent-Kaureno diminuindo a disponibilidade desse hormônio na planta, consequentemente inibindo os processos de crescimento regido por ele (Rademacher, 1991).

Na cultura do algodoeiro o cloreto de mepiquate (Pix® HC) é amplamente utilizado visando reduzir o porte das plantas e fixar as maçãs nos ramos gerando aumento de produtividade e impactando diretamente o processo de colheita. Nagashima et al (2011) após a aplicação com cloreto de mepiquate perceberam redução na altura das plantas, interseção do nó cotiledonar, da área foliar, massa seca e também houve modificações na partição de assimilados.

O uso de reguladores de crescimento em mudas de Manga “Tommy Atkins” proporcionou redução de aproximadamente 41% do comprimento do ramo principal quando comparada com o tratamento controle, bem como, a emissão de novos fluxos vegetativos é inibida com conseqüente decréscimo no número de folhas e área foliar (Mouco et al, 2010).

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do Cloreto de Mepiquate (Pix®HC) na cultura do maracujazeiro amarelo na redução do comprimento dos entrenós diferenciando a arquitetura da planta de modo a conferir maior número de brotações vegetativas por metro linear de ramo e consequentemente um aumento no número de estruturas reprodutivas formadas, viabilizando assim aumento na produtividade da cultura, sem alterar o espaçamento de plantio.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Agrobiologia, município de Seropédica (22°45'13''S e 43°40'23''W), região metropolitana do estado do Rio de Janeiro no período de 20 de Abril a 20 de junho de 2017. O clima local é caracterizado por verão quente e chuvoso com média anual de precipitação de 1200 mm, temperatura média de 24,5°C e altitude de 35m sendo classificado como Aw pela classificação de Köppen.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com 12 repetições e quatro tratamentos tais: T1: 0 g i.a.ha⁻¹ (controle), T2: 37,5 g i.a.ha⁻¹, T3: 50 g i.a.ha⁻¹, T4: 75 g i.a.ha⁻¹ do produto comercial Pix®HC (1,1-dimethylpiperidinium chloride). O substrato utilizado foi preparado com terra de subsolo, areia e esterco de curral curtido na proporção 3:1:1.

Foram feitas duas aplicações com intervalos de 15 dias, a primeira aos 20 dias após transplante das mudas para os vasos. A mensuração do comprimento da planta bem como dos dois entrenós superiores foram realizadas a cada sete dias (7, 14, 21, 28 dias) a partir da primeira aplicação. O manejo de plantas daninhas foi feito com a eliminação manual e o manejo de pragas foi realizado aplicando-se óleo de Neem a 1%.

Aos 60 dias, as plantas foram cortadas rente ao solo e foram analisadas quanto às variáveis: altura, número de folhas, número de entrenós, peso de massa fresca e massa seca de parte aérea e de raiz.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5%.

Resultados e Discussão

Os dados obtidos possibilitaram realizar duas análises. A primeira refere-se ao resultado final obtido aos 60 dias após o início do experimento e a segunda, a resposta dos tratamentos ao longo do período de avaliação.

Ao final do experimento, as análises de variância para as diferentes variáveis analisadas não indicaram ocorrer diferenças entre os tratamentos com Cloreto de mepiquate. Contudo, pode-se constatar uma tendência de redução no valor médio do comprimento do entrenó nos tratamentos com doses de cloreto de Mepiquate e da altura das plantas nos dois tratamentos com maior dose de Cloreto de Mepiquat. Da mesma forma, corroborando com o efeito esperado da redução do comprimento médio dos entrenós, também ocorreu a tendência do aumento do número de nós e de folhas nos tratamentos com doses de Cloreto de Mepiquate em comparação ao tratamento testemunha. Para facilitar a observação incluímos as Figuras 1 e 2 que demonstram os valores médios finais do número de nós e de folhas.

A Figura 1 indica uma tendência de T1 e T2 em obter plantas de maior comprimento e com menor número de folhas. Embora o tratamento T3 tenha apresentado uma tendência similar ao T1 e T2, foi o tratamento de maior resposta ao produto com altura média das plantas de 142,9 cm. O mesmo não é observado em T4 onde as plantas que receberam a dose correspondente apresentaram menor altura, porém com maior número de folhas. Na fig. 2 observa-se no gráfico comparativo entre altura e número de entrenós que o comprimento médio das plantas e o número de entrenós apresentaram tendências inversamente proporcionais, onde há tendência em reduzir o porte da planta quando as doses de Cloreto de Mepiquate são aumentadas e, em contrapartida, a linha de tendência para número médio de entrenós foi ascendente, indicando mudanças na arquitetura da planta conferida pelo regulador de crescimento. Uma vez aumentada a quantidade de gemas reprodutivas, maior seria a emissão de ramos terciários e conseqüentemente a produtividade. Resultados semelhantes foram encontrados na cultura do algodoeiro utilizando Cloreto de Mepiquate, onde, os ramos superiores das plantas sofreram substancial redução de tamanho indicando que a atuação do Cloreto de Mepiquate tem maior intensidade nas partes de pleno crescimento (Athayde & Lamas, 1999).

A quantidade média de entrenós verificados em cada tratamento variou de 17 a 20, considerando na contagem desde a base junto ao solo até o ápice da planta, T1 apresentou o menor número médio de entrenós dentre os tratamentos e T2 o maior número médio.

Embora em T1 tenha sido observado número médio de entrenós inferior (fig. 4), o comprimento médio de cada entrenó foi superior aos demais tratamentos, que apresentaram tendência a promover maior número de entrenós com menor comprimento. Considerando que em uma planta de maracujazeiro amarelo em cada nó é

verificado uma gavinha e uma folha, e na axila dessa folha uma gema vegetativa e uma reprodutiva, a atuação do Cloreto de Mepiquate na redução do tamanho dos entrenós proporcionará, por metro linear de ramo, maior número dessas estruturas, consequentemente uma maior produção de frutos, bem como maior emissão de brotações vegetativas. Destacando que de cada nó das brotações laterais novas brotações surgirão, portanto gerando maior produtividade da cultura.

Na fig. 3 a porcentagem de peso seco aéreo e de raiz mostrou em T2 e T4 maior desenvolvimento de parte aérea em massa com pouco mais de 60% do peso seco total da planta, enquanto que nos demais tratamentos essa porcentagem foi inferior, com maior investimento no desenvolvimento do sistema radicular, quando comparado aos demais tratamentos, entretanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Na segunda análise, pode ser observado pelos dados na fig. 5 o efeito da aplicação do cloreto de mepiquate na redução do comprimento médio do entrenó ao longo do tempo do experimento.

O efeito do produto no crescimento da planta foi constatado a partir do décimo quarto dia após aplicação (DAA), quando as plantas apresentavam redução no comprimento médio dos entrenós, já aos 21 DAA houve a retomada do crescimento natural das plantas, o que infere que a ação do Cloreto de Mepiquate em maracujazeiro amarelo não foi persistente, levando esse fato a indicar a necessidade de aplicações periódicas do produto para poder ocorrer efeito mais prolongado, talvez a cada 15 dias na cultura (fig.5). Mouco et al (2010), estudando inibidores de giberelina em mangueira ‘Tommy Atkins’ (*Mangifera indica L.*), observaram que a persistência dos inibidores de crescimento na cultura apresentavam variação temporal dependendo do produto usado, onde o Cloreto de Chlormequat (pertencente ao mesmo grupo do Cloreto de Mepiquate) permanecia em atividade por 30 dias, prohexadione-Ca 20 dias e o etil-trinexapac por 45 dias.

Conclusão

Foi possível a observação da redução do valor do comprimento médio dos entrenós nos tratamentos testados quando submetidas a diferentes doses do produto comercial Pix® HC, contudo não foi possível observar diferença significativa para as variáveis estudadas. Os resultados obtidos indicam potencial na pesquisa com doses e intervalos de aplicação do Cloreto de Mepiquate na redução do comprimento médio dos entrenós.

Referências

- Rademacher, 2000. W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. Annual review of plant physiology and plant molecular biology 51:501-531.
- Rademacher, W. 1991. Inhibitors of gibberellin biosynthesis: applications in agriculture and horticulture. Inhibitors of GA Biosynthesis. cap.29. p.296.
- Nagashima, G.T. Santos, F.T. & Miglioranza, E. 2011. Respostas de cultivares de algodão ao cloreto de mepiquat aplicado via embebição de sementes. Revista Bragantia 70(1):46-49,
- Mouco, M.A.C. Ono, E.O. & Rodrigues, J.D. 2010. Inibidores de síntese de giberelinas e crescimento de mudas de mangueira ‘Tommy Atkins’. Revista Ciência Rural 40(2):273-279.
- Athayde, M.L.F. & Lamas, F.M. 1999. Aplicação sequencial de cloreto de mepiquat em algodoeiro. Revista Pesquisa agropecuária brasileira 34(3):369-375.

Tabela 1 - Dados médios de altura, número médio de folhas, número médio de entrenós, comprimento médio do entrenó, peso seco de parte aérea e peso seco de raiz de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) submetidas a tratamentos com diferentes doses de cloreto de mepiquate (T1: 0 g i.a.ha⁻¹; T2: 37,5 g i.a.ha⁻¹; T3: 50 g i.a.ha⁻¹; T4: 75 g i.a.ha⁻¹).

	Alt (cm)	NF	NEn	CEn (cm)	PSA (g)	PSR (g)
T1	158,6 A	17,1 A	17,6 A	8,9 A	19,6 A	13,4 A
T2	160,1 A	18,2 A	20,0 A	7,8 A	21,8 A	13,0 A
T3	142,9 A	16,3 A	18,7 A	7,6 A	19,1 A	12,7 A
T4	148,7 A	18,5 A	19,8 A	7,5 A	22,0 A	12,8 A
Média	152,6	17,5	19,0	8,0	20,6	13,0

*Letras iguais nas colunas indicam não haver diferenças significativas entre os tratamentos.

** Alt= altura média de plantas, NF= número médio de Folhas, NEn= número médio de entrenós, CEn= comprimento médio do entrenó (cm), PSA= peso seco de parte aérea de planta (g) e PSR= peso seco de raiz de planta (g).

Tabela 2 - Dados médios de altura (Alt, cm) e comprimento médio de entrenó (CEn, cm) de plantas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*), avaliados a intervalos de 7 dias após serem submetidas a tratamentos com diferentes doses de cloreto de mepiquate (T1: 0 g i.a.ha⁻¹; T2: 37,5 g i.a.ha⁻¹; T3: 50 g i.a.ha⁻¹; T4: 75 g i.a.ha⁻¹).

	7 dias		14 dias		21 dias		28 dias	
	Alt	CEn	Alt	CEn	Alt	CEn	Alt	CEn
T1	53,4	7,3	76,6	8,3	103,3	7,3	131,7	6,4
T2	58,4	8,7	77,7	7,8	103,8	4,4	128,3	6,0
T3	65,9	7,4	85,7	8,7	103,4	5,8	120,4	5,8
T4	58,3	6,3	76,8	7,5	106,1	5,3	126,2	5,9
Média	59,0	7,5	9,2	8,1	104,2	5,7	126,7	6,1

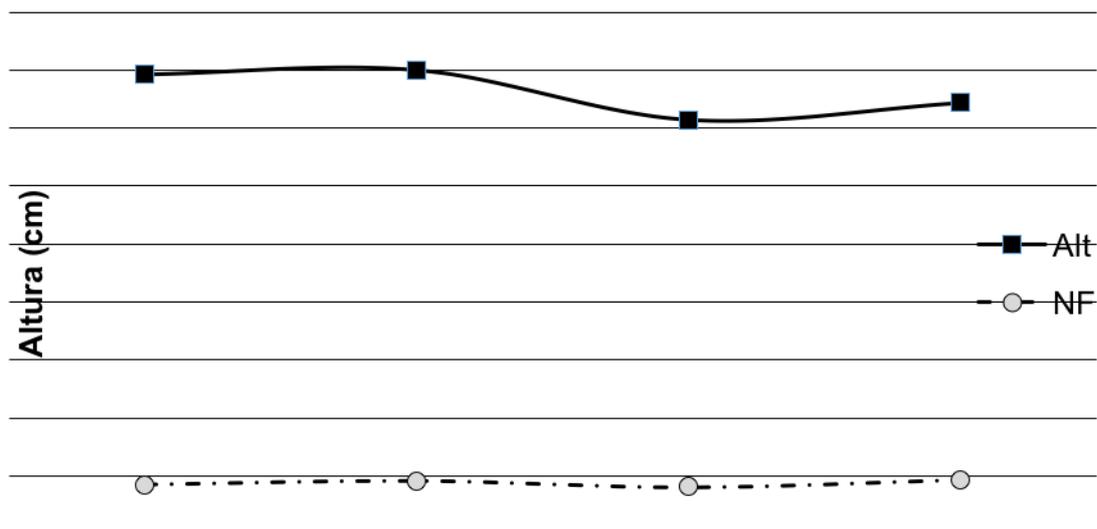


Figura 1 – Dados médios de altura (Alt, cm) e número de folhas de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) submetidas a diferentes tratamentos com doses de cloreto de mepiquate (T1: 0 g i.a.ha⁻¹; T2: 37,5 g i.a.ha⁻¹; T3: 50 g i.a.ha⁻¹; T4: 75 g i.a.ha⁻¹).

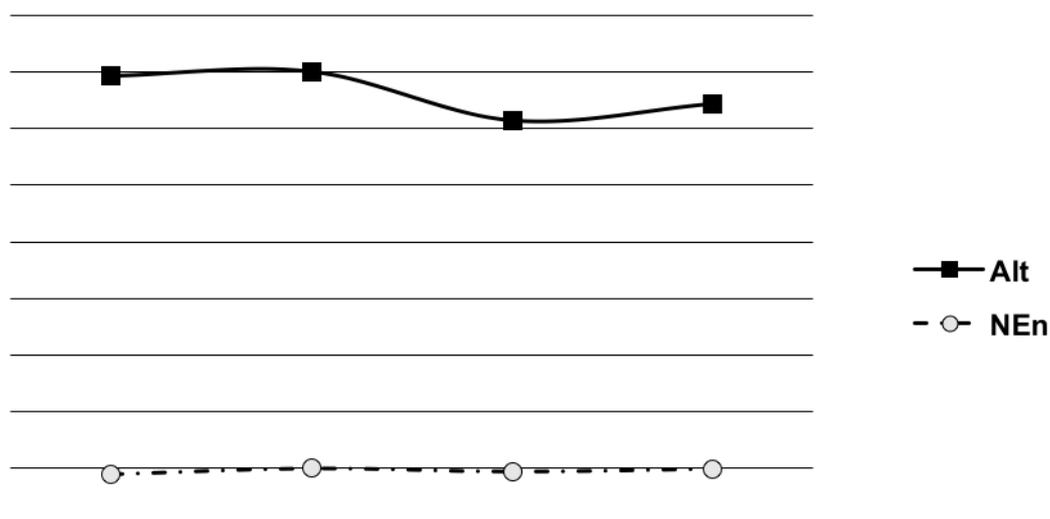


Figura 2 - Dados médios de altura (Alt, cm) e número de entrenós (NEn) de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) submetidas a diferentes tratamentos com doses de cloreto de mepiquate (T1: 0 g i.a.ha⁻¹; T2: 37,5 g i.a.ha⁻¹; T3: 50 g i.a.ha⁻¹; T4: 75 g i.a.ha⁻¹).

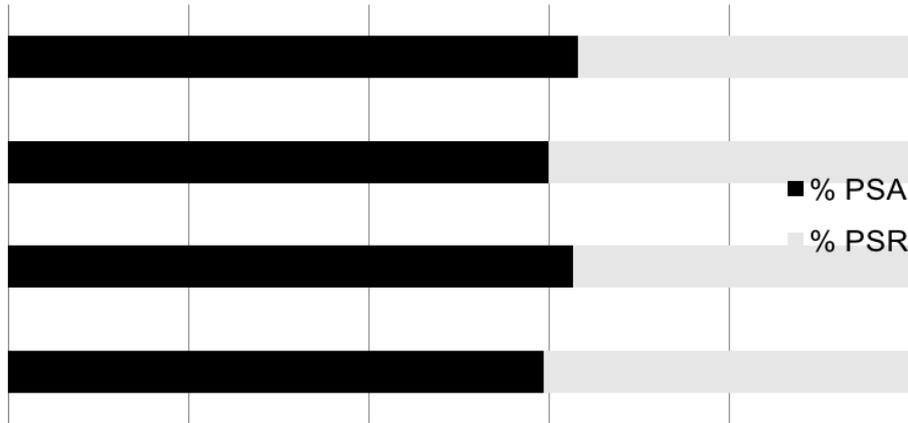


Figura 3 - Peso seco de parte aérea (PSA) e de raiz (PSR) de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) submetidas a diferentes tratamentos com doses de cloreto de mepiquate (T1: 0 g i.a.ha⁻¹; T2: 37,5 g i.a.ha⁻¹; T3: 50 g i.a.ha⁻¹; T4: 75 g i.a.ha⁻¹).

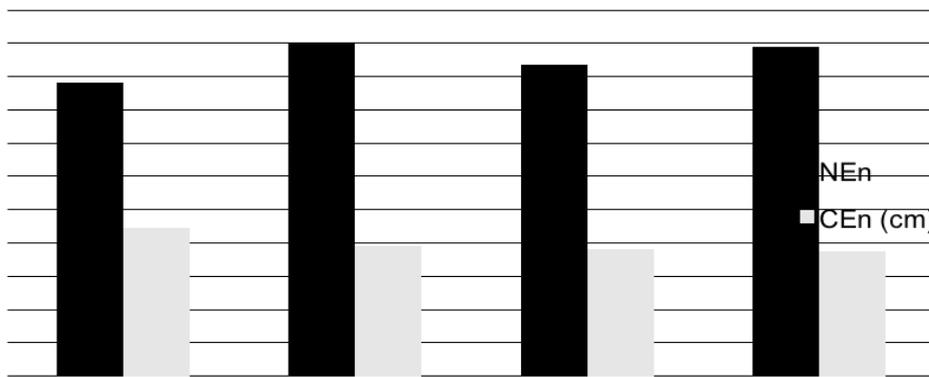


Figura 4 – Valores médios do número (NEn) e comprimento de entrenós (CEn, cm) de plantas de maracujazeiro amarelo (*P. edulis*) submetidas a diferentes tratamentos com doses de cloreto de mepiquate (T1: 0 g i.a.ha⁻¹; T2: 37,5 g i.a.ha⁻¹; T3: 50 g i.a.ha⁻¹; T4: 75 g i.a.ha⁻¹).

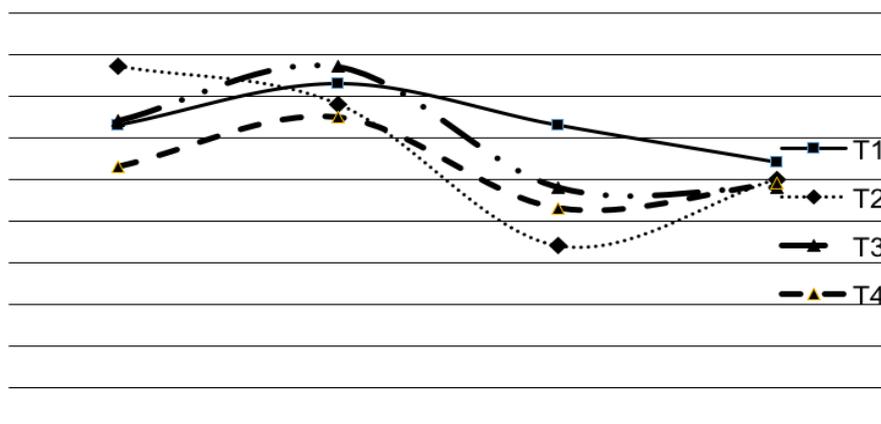


Figura 5 - Dados médios do comprimento médio de entrenó (CEn, cm) de plantas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*), avaliados a intervalos de 7 dias após serem submetidas a tratamentos com diferentes doses de cloreto de mepiquate (T1: 0 g i.a.ha⁻¹; T2: 37,5 g i.a.ha⁻¹; T3: 50 g i.a.ha⁻¹; T4: 75 g i.a.ha⁻¹).

Desenvolvimento de mudas de bananas cv. Maçã com adubação organomineral

Vanessa Cristina Caron, Luciana Santos Rodrigues Costa Pinto, Bernardo Santos Arantes, Rainer Henrique Silva Teixeira & Deborah Santesso Bonnas

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro Campus Uberlândia – Grupo de Estudos, Pesquisa e Produção em Fruticultura, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, vanessacaron@iftm.edu.br

Resumo

O processo de produção de mudas tem em suas etapas a fase de aclimação na qual recebem adubação e irrigação por três a seis meses. Com o intuito de determinar o efeito da adubação organomineral nesta fase, avaliou-se o desenvolvimento de mudas de bananeira ‘Maçã’ com doses de um fertilizante organomineral em comparação com um fertilizante mineral e a testemunha. O experimento foi conduzido no viveiro do IFTM-Campus Uberlândia, Uberlândia-MG, Brasil, de março a setembro de 2016. As mudas foram transplantadas para sacos de 2 L, preenchidos com substrato e tratadas com fertilizante mineral (44% de P_2O_5 e 10% de N): 200 mg L^{-1} ; fertilizante organomineral (30% de P_2O_5 e 6% de N): $302,85\text{ mg L}^{-1}$, $242,85\text{ mg L}^{-1}$ e $182,85\text{ mg L}^{-1}$, correspondentes à 100, 80 e 60 % da dose recomendada e, a testemunha (sem adubação de cobertura). O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com quatro avaliações e cinco adubações de cobertura, incluindo a testemunha. As avaliações foram de altura e de diâmetro do pseudocaule. Mudas com fertilizante organomineral não diferiram estatisticamente quanto à altura daquelas com o fertilizante mineral, diferindo apenas da testemunha, independente da dose. Mudas com as adubações de cobertura apresentaram maior diâmetro que as da testemunha, sem diferirem entre si. Aos 180 dias da adubação, as mudas com adubação de cobertura, independente do fertilizante e das doses, atingiram em média 14 cm de altura e 1,84 cm de diâmetro do pseudocaule, valores maiores que os da testemunha (9 cm de altura e 1,37 cm de diâmetro). Diante disso, o fertilizante organomineral 60% pode ser recomendado para a fase de aclimação de mudas de bananeira ‘Maçã’, pois proporcionou resultados equivalentes ao mineral, maiores ou iguais às demais doses e, ainda, permite uma produção mais sustentável com menor custo.

Palavras chave: *Musa* ssp., aclimação, fertilizantes, altura, diâmetro do pseudocaule.

Abstract

Development of banana seedlings cv. Maçã with organomineral fertilization.

The process of production of seedlings has in its stages the acclimation phase in which they receive fertilization and irrigation for three to six months. In order to determine the effect of organomineral fertilization at this stage, it was evaluated the development of 'Maçã' banana seedlings with doses of an organomineral fertilizer in comparison to a mineral fertilizer and the control. The experiment was carried out in the IFTM Campus Uberlândia, Uberlândia, MG, Brazil, from March to September 2016. The seedlings were transplanted to 2 L bags, filled with substrate and treated with mineral fertilizer (44% P_2O_5 and 10% N): 200 mg L^{-1} ; (30% P_2O_5 and 6% N): 302.85 mg L^{-1} , 242.85 mg L^{-1} and 182.85 mg L^{-1} , corresponding to 100, 80 and 60% of the recommended dose and the control (without cover fertilization). The design was completely randomized in a factorial scheme with four evaluations and five coverage fertilizations, including the control. The evaluations were of height and diameter of the pseudostem. Seedlings with organomineral fertilizer did not differ statistically of those with mineral fertilizer as to the height, differing only from the control, regardless of the dose. Seedlings with cover fertilizations had a larger diameter than those of the control, without differing from each other. At 180 days of

fertilization, seedlings with fertilizer coverage, regardless of fertilizer and doses, reached a mean of 14 cm in height and 1.84 cm in diameter of the pseudostem, values greater than the control (9 cm in height and 1 cm, 37 cm in diameter). In view of this, 60% organomineral fertilizer can be recommended for the acclimatization phase of 'Maçã' banana seedlings, as it provides equivalent results to the mineral, higher or equal to the other doses, and also allows a more sustainable production with lower cost.

Keywords: *Musa* ssp., acclimatization, fertilizer, height, pseudostem diameter.

Introdução

A bananicultura está entre as atividades agrícolas mais importantes do mundo. O Brasil em 2014 representou quase 7% da produção mundial, ficando em quarto lugar (FAO, 2017). Em 2015, sua produção foi de 7.012,9 mil toneladas e Minas Gerais representou 11,35% da produção nacional (Perfil da Fruticultura, 2016), com o norte do estado ocupando quase 50% da produção mineira.

Com o intuito de proporcionar mudas saudáveis, uniformes e em larga escala ao grande número de produtores de banana do Brasil, a micropropagação vem crescendo a cada ano. Esta tecnologia envolve o cultivo, em condições assépticas, utilizando explantes de ápices caulinares de plantas matrizes, que dão origem a centenas de mudas idênticas à planta mãe, livre de doenças e viroses (Santos-Serejo et al., 2009). Após esta etapa, há a necessidade da aclimatização em casa de vegetação antes das mudas serem levadas à campo.

Para a fase de aclimação as mudas micropropagadas de banana devem chegar com pelo menos três centímetros de altura e, assim, são transplantadas para recipientes maiores com substrato (Chaves et al., 2000). Nesta fase recebem adubação e irrigação por três a seis meses até atingirem o porte ideal para serem levadas à campo, ou seja, elas devem ter pelo menos cinco a sete folhas verdes maduras, altura maior ou igual a 15 cm e livres de doenças, pragas e plantas daninhas (Chaves et al., 2000).

No Brasil os materiais mais utilizados como substrato para mudas micropropagadas de bananeira são a palha ou a casca de arroz carbonizada, casca curtida de eucalipto ou Pinus, vermiculita, areia, turfa, pó ou moinha de carvão, esterco curtido de curral ou de galinha e terriço (Silva et al., 1999). A escolha e a proporção de cada componente variam conforme a disponibilidade na região e a cultura a ser plantada.

O uso de substratos, da luminosidade e de recipientes distintos na fase de aclimação de bananas tem sido testados e tido sucesso (Lédo et al., 2008; Pereira et al., 2005; Lins et al., 2003), o que demonstra a oportunidade para busca de materiais e processos que minimizem os custos aos produtores e viveiristas.

A adubação na fase de aclimação é essencial para garantir o bom desempenho das mudas ao serem transplantadas a campo, uma vez que acelera o crescimento e diminui o tempo no viveiro (Nomura et al., 2012). A eficiência das adubações em cobertura depende basicamente das doses e dos adubos utilizados, da capacidade de troca catiônica e das características físicas do substrato (Sgarbi et al., 1999).

Existem diversas opções para enriquecer os substratos utilizados na fase de aclimação de mudas de bananeira. A busca por substâncias alternativas que minimizam os gastos com insumos e que reduzem o período das mudas nesta fase tem ocorrido através do aproveitamento de resíduos agroindustriais e regionais nas atividades agrícolas (Silveira et al., 2002). A matéria orgânica presente nesses resíduos contribui com melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato, o que aumenta a disponibilidade de nutrientes para as plantas e leva a um desenvolvimento mais acelerado (Nomura et al., 2012).

O uso de fertilizantes de liberação lenta também proporciona resultados positivos para a fase de aclimação de mudas de bananeira. Em estudo com mudas micropropagadas de bananeira 'Nanicão-Willians', Martins et al. (2011) observaram maior desenvolvimento vegetativo para as

mudas com Osmocote® em relação aquelas que receberam esterco de curral e torta de mamona. A aplicação de biofertilizantes associados ou não com a adubação mineral também promoveram resultados equivalentes à adubação mineral isolada em mudas de bananeira ‘Prata Anã’ quanto à altura e diâmetro do pseudocaule (Santos, 2012 & Santos, 2014). O uso de biofertilizante com fermentação anaeróbica na dose de 100% em mudas de bananeira ‘Prata Catarina’ proporcionou crescimento em diâmetro do pseudocaule equivalente às mudas com adubação mineral (Santos, 2014).

Os fertilizantes organominerais, resultantes da combinação de fertilizantes minerais e orgânicos (Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009), estão entre as opções de adubos alternativos aos minerais. Eles têm a vantagem de possuir maior concentração de nutrientes e, apesar de terem seu potencial químico menor que o dos minerais, podem ser aplicados em quantidades menores por área (Kiehl, 2008).

O uso de organominerais na horticultura ainda é escassa, necessitando de estudos que comprovem sua eficiência.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da adubação organomineral em mudas de bananeira ‘Maçã’ em relação à adubação mineral e à ausência de adubação de cobertura na fase de aclimatação.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberlândia, no viveiro de mudas, localizado no município de Uberlândia, Estado de Minas Gerais, Brasil, em latitude 18° 45’ 51’’ S, longitude 48° 17’ 21’’ W e altitude de 660 metros. O clima é do tipo Aw, segundo Köppen-Geiger, com temperatura média anual de 22 °C e umidade relativa do ar média anual de 71,2%.

As mudas micropropagadas da cv. Maçã com cinco dias, após chegada por correio, foram transplantadas em sacos com capacidade para 2 L e preenchidos com 1,75 L de substrato. O substrato utilizado foi o biofibra da BIOPLANT®, pronto para uso, estabilizado e com baixo teor de tanino, cujas matérias-primas são a casca de pinus, esterco, serragem, vermiculita, pó de coco, casca de arroz, cinza, gesso agrícola, carbonato de cálcio, magnésio, termofosfato magnesiano e, principalmente, a fibra e pó de coco.

Após o transplântio, as mudas foram colocadas na área de crescimento com sombrite de 60%. O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão automático, com turno de rega em horários pares, com início às 10h00 e fim às 20h00, e período de molhamento de sete minutos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (5x4), sendo cinco adubações de cobertura (fertilizante mineral, fertilizante organomineral nas doses de 60, 80 e 100% e sem adubação - testemunha) e quatro tempos de avaliação (45, 90, 135 e 180 dias após a adubação de cobertura). Cada tratamento foi composto por dez repetições, sendo cada planta uma repetição.

As doses de cada fertilizante foram calculadas conforme as recomendações da Multiplanta® (600 g de superfosfato simples para 1000 L de terra) (quadro 1). A adubação foi via cobertura na superfície do substrato, após dez dias do transplântio em sacos de 1,75 L, seguida de molhamento.

Foram feitas sete adubações foliares de forma quinzenal em todas as mudas, com pulverizador costal até o escorrimento foliar, entre os 70 e 175 dias após o transplântio, para suprir a necessidade nutricional das mudas com a mistura dos adubos foliares Algamax® e Dripsol®, conforme a recomendação dos fabricantes (Dripsol® 100 g 100 L⁻¹ e Algamax® 300 g 100 L⁻¹). O Dripsol® é um adubo foliar composto pelos micronutrientes: 1,2% Mg, 0,85% B, 0,5% Cu, 3,4% Fe, 3,2% Mn, 0,05% Mo e 4,2% Zn, todos solúveis em água. Já o Algamax® é composto por: 9% N, 12% P₂O₅, 22% K₂O, 2,1% Mn, 0,42% Mo e 0,04% Co, todos solúveis em água.

As avaliações realizadas a cada 45 dias após o transplântio, durante seis meses, foram: diâmetro do pseudocaule medido com auxílio de um paquímetro a 1 cm do solo e expresso em

centímetros; altura até primeira inserção de folhas medida com auxílio de uma trena e expressa em centímetros.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de significância pelo programa Assistat (Silva & Azevedo, 2016).

Resultados e Discussão

Ao longo dos 180 dias de desenvolvimento das mudas da bananeira cv. Maçã não houve interação entre os fatores adubações de cobertura e o tempo de avaliação, porém houve aumento dos atributos avaliados (fig.1). A altura das mudas apresentou um aumento linear ao longo do tempo e o diâmetro do pseudocaule um comportamento polinomial de segundo grau. Aos 180 dias da adubação de cobertura as mudas apresentaram em média 12,72 cm de altura e 1,74 cm de diâmetro do pseudocaule (fig.1). Considerando apenas as mudas com adubação de cobertura, a média da altura aos 180 dias da adubação foi de 14 cm e do diâmetro do pseudocaule foi de 1,84 cm.

As características apresentadas acima, somadas ao número de cinco folhas, estão quase equivalentes às exigidas por uma muda de bananeira para ser levada a campo, segundo Chaves et al. (2000). Em alguns trabalhos, a média de altura das mudas nessa fase após cerca de 100 dias chega a pelo menos 20 cm (Martins et al., 2011; Santos, 2012 & Lédo et al., 2008). O parcelamento das adubações e o tamanho do recipiente podem ter sido fatores que prejudicaram o alcance em altura das mudas, que precisariam estar com pelo menos 15 cm. Recipientes maiores proporcionam um maior desenvolvimento do sistema radicular, maior disponibilidade de água e nutrientes, o que leva, em consequência, maior crescimento das plantas tanto em altura como em diâmetro do pseudocaule (Leal et al., 2005; Oliveira et al., 2008; Silva et al., 2010 & Oliveira et al., 2014).

Considerando as influências das adubações de cobertura nos atributos de desenvolvimento das mudas, verificou-se que não houve diferença entre o fertilizante organomineral e o mineral (quadro 2), independentemente da dose utilizada. Houve apenas variação para a testemunha, que não recebeu adubação ($P < 0,01$). As mudas deste tratamento apresentaram as menores médias de altura (7,09 cm) e de diâmetro do pseudocaule (1,04 cm) ao longo dos 180 dias. Esse resultado revela que há necessidade de complementar o substrato com adubação e, ainda, que a adubação organomineral na menor dose (60%) pode proporcionar resultados equivalentes ao uso de uma adubação convencional, com uso de fertilizante mineral.

Saraiva (2009) e Santos (2014) também não observaram diferença de altura entre as mudas de bananeira tratadas com doses de biofertilizantes. Santos (2012) avaliando mudas de bananeira cv. Prata Anã verificou que o adubo mineral em cobertura proporcionou valores maiores de altura e de diâmetro do pseudocaule, mas sem diferença para as demais mudas que receberam as adubações com biofertilizantes. No entanto, estudo com biofertilizantes a base de ácidos húmicos e fúlvicos demonstraram que o aumento das doses promoveu maior incremento em altura e diâmetro do pseudocaule de mudas de bananeira ‘Grand Naine’, porém podendo ser tóxicos em altas doses (Nomura et al., 2012). E, ainda, outro estudo revelou que o uso do fertilizante mineral Osmocote® (14-14-14) em mudas de bananeira cv. ‘Nanicão Willians’ promoveu maiores ganhos em altura durante a fase de aclimação que os tratamentos com esterco bovino e torta de mamona (Martins et al., 2011).

Diante disso, percebe-se que ainda há necessidade de mais estudos com doses e parcelamento das adubações na avaliação do desempenho de mudas micropropagadas de bananeira em fase de aclimação.

Conclusão

Considerando os parâmetros de altura e diâmetro do pseudocaule de mudas de bananeira ‘Maçã’, conclui-se que o uso de fertilizantes organomineral na dose de 60% pode substituir o fertilizante mineral. No entanto, há necessidade de mais estudos para permitir ganhos mais significativos nessa fase de produção de mudas.

Agradecimentos

Agradecimento às empresas Multiplanta[®] e Geociclo[®], pelo fornecimento de materiais indispensáveis à execução deste trabalho.

Referências

- Chaves, J.C.M., Cavalcanti Junior, A.T., Correia, D., Souza, F.X. de & Araújo, C.A.T. 2000. Normas de produção de mudas. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos 41:37p.
- FAO. Food and Agricultural Organization. 2017. www.fao.org.
- Kiehl, E.J. 2008. Fertilizantes organominerais. Piracicaba, Degaspari 2:160p.
- Leal, P.P., Martins, M.A., Rodrigues, L.A. & Schiavo, J.A. 2005. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira micorrizadas em diferentes recipientes. Revista Brasileira de Fruticultura 27(1):84-87.
- Lédo, A. da S., Oliveira, L.F.M.de, Machado, C.de A. & Freire, K.C.S. 2008. Aclimação de mudas de bananeira 'Prata Anã' regeneradas em diferentes condições de cultivo *in vitro*. Embrapa Tabuleiro Costeiros, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 37:19p.
- Lins, G.M.de L., Trindade, A.V. & Rocha, H.S. 2003. Utilização de Gigaspora margarita em plantas micropropagadas de bananeira em diferentes estádios de enraizamento. Revista Brasileira de Fruticultura 25(1):143-147.
- Martins, A.N., Dal Poz, L., Suguino, E., Dias, N.M.S. & Perdoná, M.J. 2011. Aclimação de mudas micropropagadas de bananeira 'Nanicão Williams' em diferentes substratos e fontes de nutrientes. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 6:1:65-72.
- Nomura, E.S., Damatto Júnior, E.R., Fuzitani, E.J., Saes, L.A. & Jensen, E. 2012. Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira 'Grand Naine' com aplicação de biofertilizantes em duas estações do ano. Revista Ceres 59(4):518-529.
- Oliveira, J.P.de, Costa, F.H. da S. & Pereira, J.E.S. 2008. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira aclimatizadas nas condições da Amazônia Sul Ocidental sob a influência de diferentes substratos e recipientes. Revista Brasileira de Fruticultura 30(2):459-465.
- Oliveira, J.A.A., Pereira, M.C.T., Nietzsche, S., Souza, V.N.R. & Costa, I. de J.S. 2014. Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira em diferentes substratos e recipientes. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife 9(1):72-78.
- Pereira, M.C.T., Nietzsche, S., França, A.C., Nunes, C.F., Lima, C. de, Gonçalves, V. D., Salles, B.P., Moraes, D.L.B. & Kobayashi, M.K. 2005. Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira sob diferentes condições de luminosidade. Revista Brasileira de Fruticultura 27(2):238-240.
- Perfil da Fruticultura. 2016. Banana. Base de dados de 2014 e 2015. Governo do Estado de Minas Gerais. <http://www.agricultura.mg.gov.br>
- Santos, A.M. 2012. Avaliação do crescimento de mudas de bananeira cv. Prata-anã, com adubação mineral e orgânica. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará, UFC, 83p.
- Santos, E. de O. 2014. Adubações orgânica e mineral em mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina durante a aclimatização. Tese de Doutorado.
- Santos-Serejo, J.A., Souza, A.S., Souza, F.V.D., Jughans, T.G., Lino, L.S.M., Soares, T.L. & Souza, E.H. 2009. Micropropagação da bananeira. In: Jughans, T.G.; Souza, A.S. (Ed.). Aspectos práticos da micropropagação de plantas. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p.237-255.
- Saraiva, J.P.B. 2009. Atividade da microbiota do solo e desenvolvimento de mudas de bananeira biofertilizadas. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, UFC, 98p.
- Secretaria de Defesa Agropecuária. 2009. Instrução Normativa SDA/MAPA n° 25, de 23 de Julho de 2009. Brasil.

- Silva, D.S., Fernandes, A.A., Pereira, M.C.T., Bruckner, C.H. & Siqueira, D.L. de. 1999. Aclimação de mudas de bananeira (*Musa spp.*) 'Prata' (AAB) em diferentes substratos. *Revista Ceres* 46(267):543-554.
- Silva, E.A. da S., Maruyama, W.I., Mendonça, V., Francisco, M.G.S., Bardivieso, D.M. & Tosta, M. da S. 2010. Composição de substratos e tamanho de recipientes na produção e qualidade das mudas de maracujazeiro 'Amarelo'. *Ciência e Agrotecnologia* 34(3):588-595.
- Silva, F.A.S. & Azevedo, C.A.V. 2016. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal Agriculture*, 11:39:3733-3740.
- Silveira, E.B., Rodrigues, V.J.L.B., Gomes, A.M.A., Mariano, R.L.R & Mesquita, J.C.P. 2002. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. *Horticultura Brasileira* 20(2):211-216.
- Sgarbi, F., Silveira, R.L.V.de A., Takahashi, E.N. & Camargo, M.A.F. de. 1999. Crescimento e produção de biomassa de clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em condições de deficiência de macronutrientes, B e Zn. *Scientia Forestalis* 56(1):69-82.

Quadro 1 - Tratamentos, composição e dose dos fertilizantes aplicados em cobertura em mudas de bananeira 'Maçã' na fase de aclimação, Uberlândia, MG, Brasil, 2016.

Tratamento	Composição	Dose* (g muda ⁻¹)
Testemunha	Sem adubação	0,000
Fertilizante Mineral 100%	44% de P ₂ O ₅ e 10% de N	0,360
Fertilizante Organomineral 100%	30% de P ₂ O ₅ e 6% de N	0,530
Fertilizante Organomineral 80%	30% de P ₂ O ₅ e 6% de N	0,425
Fertilizante Organomineral 60%	30% de P ₂ O ₅ e 6% de N	0,320

*Dose calculada para 1,75 L de volume.

Quadro 2 - Altura e diâmetro dos pseudocaulos médios de mudas de bananeira 'Maçã' ao longo de 180 dias da adubação de cobertura, Uberlândia, MG, Brasil, 2016.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
Mineral	10,85 a	1,36 a
Organomineral 60%	10,88 a	1,37 a
Organomineral 100%	9,85 a	1,34 a
Organomineral 80%	11,07 a	1,33 a
Testemunha	7,09 b	1,04 b
DMS	1,38	0,18
CV (%)	22,6	22,7

DMS = Diferença mínima significativa; CV (%) = coeficiente de variação; Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

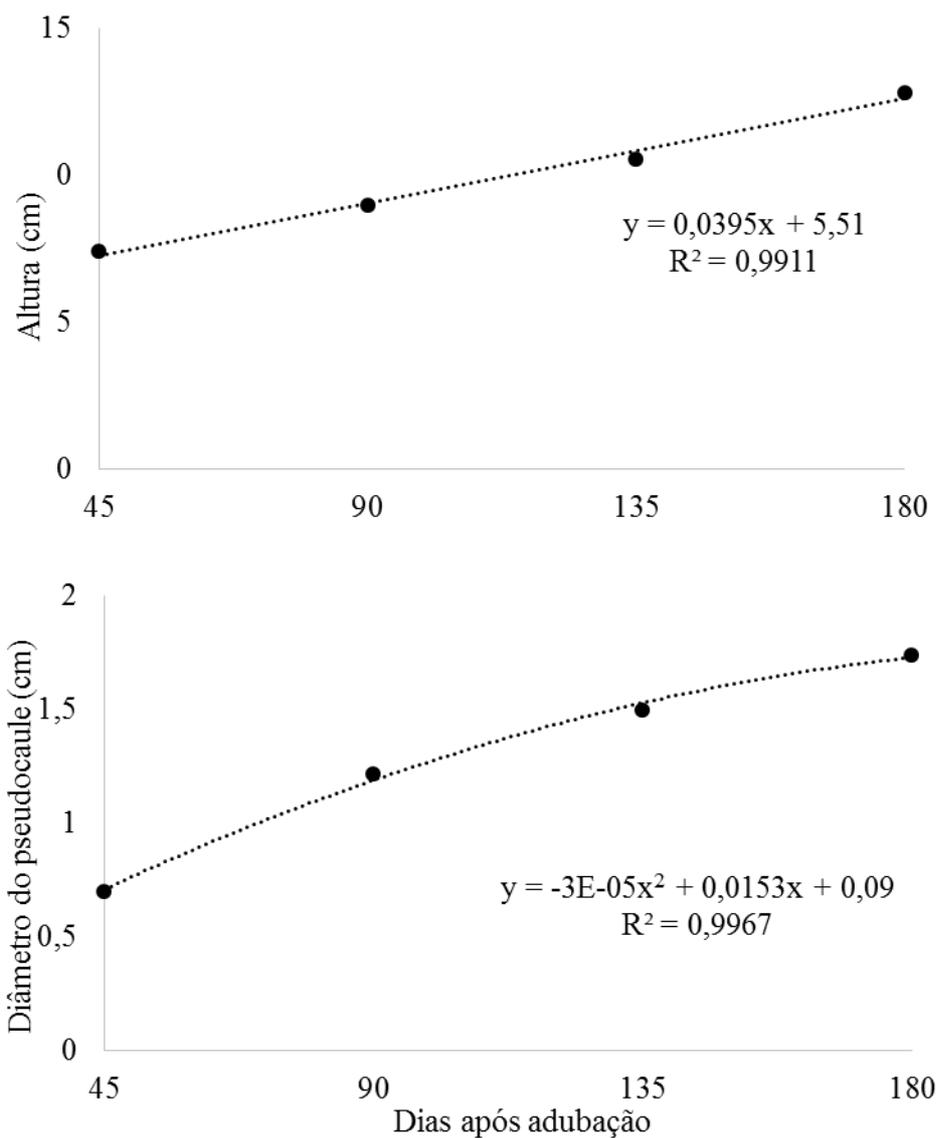


Figura 1 - Comportamento das mudas de bananeira ‘Maçã’ quanto à altura (A) e ao diâmetro do pseudocaule (B) ao longo dos 180 dias da adubação de cobertura, independente do fertilizante e doses utilizados, Uberlândia, MG, Brasil, 2016.

Crescimento de mudas de bananeira BRS Princesa na fase de aclimação em função da adubação de cobertura

Vanessa Cristina Caron, Luciana Santos Rodrigues Costa Pinto, Bernardo Santos Arantes, Carmélia Cristina Beirigo Lopes & Letícia Vieira Castejon

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro Campus Uberlândia - Grupo de Estudos, Pesquisa e Produção em Fruticultura, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, vanessacaron@iftm.edu.br

Resumo

A bananeira BRS Princesa surgiu para substituir a cv. Maçã em função da sua tolerância ao Mal do Panamá e resistência à Sigatoka Amarela. Durante a formação das mudas, na fase de aclimação, estas recebem adubação e irrigação. Com o intuito de conhecer a BRS Princesa durante a aclimação, com adubação de cobertura, objetivou-se avaliar o seu desenvolvimento em função de doses de um fertilizante organomineral em relação à dose recomendada de um fertilizante mineral. O experimento foi conduzido no viveiro do IFTM-Campus Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil, de março a setembro de 2016. As mudas adquiridas em laboratório foram transplantadas para sacos de 2 L, preenchidos com 1,75 L de substrato (Bioplant®). Logo, receberam o fertilizante mineral (44% de P₂O₅ e 10% de N): 200 mg L⁻¹; e o organomineral (30% de P₂O₅ e 6% de N): 302,85 mg L⁻¹, 242,85 mg L⁻¹ e 182,85 mg L⁻¹, correspondentes à 100, 80 e 60% da dose recomendada. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com quatro avaliações (45, 90, 135 e 180 dias após a adubação) e quatro adubações de cobertura. Durante seis meses, a cada 45 dias, avaliou-se a altura até inserção das folhas e o diâmetro do pseudocaule a 1 cm da superfície. Aos 180 dias da adubação, as mudas apresentaram, em média, 16,71 cm de altura e 2,21 cm de diâmetro do pseudocaule. Os fertilizantes organomineral 60% e mineral promoveram maiores valores médios de altura que os demais tratamentos, sem diferir do organomineral 100%. A adubação mineral proporcionou maior diâmetro médio do pseudocaule, sem diferir do organomineral 60%. Com isso, conclui-se que as mudas de bananeira BRS Princesa apresentaram bom desempenho durante a aclimação e que o fertilizante organomineral 60% pode substituir o mineral, proporcionando menores custos ao viveirista.

Palavras chave: organomineral, *Musa* spp., altura, diâmetro, pseudocaule.

Abstract

Growth of BRS Princesa banana cultivar seedlings in the acclimatization phase due to cover fertilization

BRS Princesa banana cultivar came to replace the cv. Maçã due to its tolerance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* and resistance to *Mycosphaerella musicola*. During the formation of the seedlings, in the acclimatization phase, these are fertilized and irrigated. In order to know the 'BRS Princesa' during the acclimatization with cover fertilization, the objective was to evaluate its development in function of doses of an organomineral fertilizer in relation to the recommended dose of a mineral fertilizer. The experiment was carried out in the IFTM-Campus Uberlândia, Uberlândia, MG, Brazil, from March to September 2016. The seedlings purchased in the laboratory were transplanted into 2 L bags filled with 1.75 L of substrate (Bioplant®). Then, they received the mineral fertilizer (44% of P₂O₅ and 10% of N): 200 mg L⁻¹; (30% P₂O₅ and 6% N): 302.85 mg L⁻¹, 242.85 mg L⁻¹ and 182.85 mg L⁻¹, corresponding to 100, 80 and 60% of the recommended dose. The design was completely randomized in a factorial scheme with four evaluations (45, 90, 135 and

180 days after fertilization) and four cover fertilizations. During 6 months, every 45 days, the height of leaf insertion and the diameter of the pseudostem were evaluated at 1 cm of the surface. At 180 days of fertilization, the seedlings presented, on average, 16.71 cm in height and 2.21 cm in diameter of the pseudostem. The 60% organomineral and mineral fertilizers promoted higher average values of height than the other treatments, without differing from the 100% organomineral. The mineral fertilization provided a larger average diameter of the pseudostem, without differing from the organomineral 60%. With this, it was concluded that the BRS Princesa banana seedlings presented good performance during acclimatization and that 60% organomineral fertilizer can replace the mineral, providing lower costs to the nurseryman.

Keywords: organomineral, *Musa* spp., height, diameter, pseudostem.

Introdução

A bananicultura é uma atividade de grande importância econômica e social em todo o mundo. O Brasil foi o quarto maior produtor mundial de bananas em 2014 (FAO, 2017). Em 2016, a produção brasileira foi de 6,8 milhões de toneladas, em uma área de 464,876 mil hectares, com rendimento médio de 14,62 kg ha⁻¹ (IBGE, 2017).

A banana perde apenas para a laranja no consumo mundial por ano. Com um consumo de 20 kg hab⁻¹ ano⁻¹, a América do Sul se destaca em comparação com a média nacional em 2013 de 12,8 kg hab⁻¹ ano⁻¹ (FAO, 2017).

A Embrapa disponibilizou a cv. BRS Princesa aos produtores, com os mesmos atributos da banana 'Maçã', em especial no fator sabor. Esta cultivar apresentou grande aceitação comercial e foi demandada pelos produtores de banana em todas as regiões do país (Silva, 2012). Ela possui tolerância ao Mal-do-Panamá e, além de ser resistente à Sigatoka-amarela, apresenta melhor produtividade que a cv. Maçã (Lédo, 2008).

O uso de mudas micropropagadas na bananicultura é uma prática que vem crescendo nos sistemas de produção, devido aos melhores índices de qualidade fisiológica, genética e fitossanitária, além da possibilidade de rápida multiplicação e uniformidade do bananal (Nomura, et al., 2008).

É fundamental que as mudas micropropagadas passem pelo processo de aclimação, antes do plantio a campo. Esta fase é realizada em viveiro coberto, utilizando-se recipientes com substrato e pode durar de três e cinco meses, dependendo do tipo de plantio e condições climáticas locais (Martins et al., 2011).

Os substratos escolhidos na fase de aclimação devem ter boas características físicas, químicas e biológicas, para proporcionar o rápido desenvolvimento da muda, com formação de sistema radicular abundante (Fernandes, 2000; Yamanishi, et al., 2004; Nomura, et al., 2008). No Brasil os materiais mais utilizados como substrato para mudas micropropagadas de bananeira são a palha ou a casca de arroz carbonizada, casca curtida de eucalipto ou Pinus, vermiculita, areia, turfa, pó ou moinha de carvão, esterco curtido de curral ou de galinha e terriço (Silva et al., 1999), sendo que a escolha e a proporção de cada componente variam conforme a disponibilidade na região e a cultura a ser plantada.

O uso de adubos é essencial para garantir a sua qualidade uma vez que os substratos podem ser pobres em nutrientes e o acréscimo destes acelera o crescimento das plantas, diminuindo o tempo de viveiro (Nomura et al., 2012). A eficiência das adubações em cobertura depende basicamente das doses e dos adubos utilizados, da capacidade de troca catiônica e das características físicas do substrato (Sgarbi et al., 1999).

Segundo Nomura et al. (2012), outra opção, além da adubação química, é a aplicação de matéria orgânica, que contribui para o crescimento das plantas por meio de seus efeitos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, com aumento nas populações de micro-organismos, o que leva à degradação de matéria orgânica ou à mineralização de nutrientes. Santos

(2014) em pesquisa com adubações orgânica e mineral em mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina, durante o período de aclimação, não identificou resposta significativa para o número de folhas. Porém, relatou que a dose total de 100% do biofertilizante com fermentação anaeróbica, proporcionou uma média de 26,55 mm de diâmetro do pseudocaule, equivalente ao encontrado nas mudas com adubação mineral.

Os fertilizantes organominerais, definidos como “produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos” (Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009), estão entre as opções de adubos alternativos aos minerais. Apesar desses fertilizantes apresentarem potencial químico inferior ao dos minerais, tem a vantagem de possuir maior concentração de nutrientes, podendo ser empregado em menores quantidades por área (Kiehl, 2008).

Há poucos trabalhos com uso de fertilizantes alternativos que associam compostos químicos e orgânicos. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de mudas de banana cv. BRS Princesa durante a fase de aclimação com doses de um fertilizante organomineral em relação à dose recomendada de adubação mineral.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no viveiro de mudas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberlândia, no município de Uberlândia, estado de Minas Gerais, em latitude 18°45'51''S, longitude 48°17'21''W e altitude de 660 metros. O clima é do tipo Aw, segundo Köppen-Geiger, com temperatura média anual de 22 °C e umidade relativa do ar média anual de 71,2%.

As mudas micropropagadas da cv. BRS Princesa foram doadas pela empresa Multiplanta® localizada em Andradas, MG. Com cinco dias após chegada por correio, elas foram transplantadas em sacos com capacidade para 2 L e preenchidos com 1,75 L de substrato. O substrato utilizado foi o biofibra da Bioplant®, pronto para uso, estabilizado e com baixo teor de tanino, cujas matérias-primas são a casca de pinus, esterco, serragem, vermiculita, pó de coco, casca de arroz, cinza, gesso agrícola, carbonato de cálcio, magnésio, termofosfato magnésiano e, principalmente, a fibra e pó de coco.

Após o transplante, as mudas foram colocadas na área de crescimento com sombrite de 60%, irrigadas duas vezes ao dia pelo sistema automático de microaspersão. Este sistema possui turno de rega em horários pares tendo início às 10h00 e fim às 20h00, com período de molhamento de sete minutos, com timer interligado pelas válvulas solenoides que comanda e molha as bancadas interligadas uma por vez.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (4x4), sendo quatro adubações de cobertura (fertilizante mineral, fertilizante organomineral 60, 80 e 100%) e quatro tempos de avaliação (45, 90, 135 e 180 dias após a adubação de cobertura). Cada tratamento foi composto por dez repetições, sendo cada planta uma repetição.

As doses de cada fertilizante foram calculadas conforme as recomendações da Multiplanta® (600 g de superfosfato simples para 1000 L de terra) (quadro 1). A adubação foi via cobertura na superfície do substrato, após dez dias do transplante em sacos de 1,75 L, seguida de molhamento.

Foram feitas sete adubações foliares de forma quinzenal em todas as mudas, com pulverizador costal até o escorrimento foliar, entre os 70 e 175 dias após o transplante, para suprir a necessidade nutricional das mudas com a mistura dos adubos foliares Algamax® e Dripsol® conforme a recomendação dos fabricantes (Dripsol® 100 g 100 L⁻¹ e Algamax® 300 g 100 L⁻¹). O Dripsol® é um adubo foliar composto pelos micronutrientes: 1,2% Mg, 0,85% B, 0,5% Cu, 3,4% Fe, 3,2% Mn, 0,05% Mo e 4,2% Zn, todos solúveis em água. Já o Algamax® é composto por: 9% N, 12% P₂O₅, 22% K₂O, 2,1% Mn, 0,42% Mo e 0,04% Co, todos solúveis em água.

As avaliações realizadas a cada 45 dias após o transplante, durante seis meses, foram: diâmetro do pseudocaule medido com auxílio de um paquímetro à 1 cm do solo em cm; altura até primeira inserção de folhas medida com auxílio de uma trena em cm.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de significância pelo programa Assistat (Silva & Azevedo, 2016).

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados apresentados no quadro 2, verifica-se que os fertilizantes interferiram, ao nível de 1% de significância, na altura e no diâmetro do pseudocaule das mudas. O fertilizante mineral proporcionou maior altura às mudas da cv. BRS Princesa que aquelas tratadas com organomineral 80%, porém sem diferir estatisticamente daquelas que receberam os fertilizantes organomineral nas doses de 60 e de 100%. Para o parâmetro diâmetro do pseudocaule, o fertilizante mineral e o organomineral 60% foram os que proporcionaram maiores médias que as demais doses de organomineral (quadro 2). Aos 180 dias da adubação as mudas atingiram, em média, 16,7 cm de altura e 2,21 cm de diâmetro.

Santos (2012), estudando o efeito do fertilizante mineral associado ou não a um biofertilizante no desenvolvimento de mudas de bananeira 'Prata-Anã', também verificou maior eficiência do fertilizante mineral na altura da planta. Este efeito deve-se, provavelmente, pela disponibilidade mais rápida dos nutrientes à planta, diferente de biofertilizantes que são de liberação lenta. Os autores Ezz et al. (2011) e Saraiva (2009), pelo contrário, observaram maior crescimento em altura para mudas de bananeira tratadas com maior dose de biofertilizantes, justificando, muitas vezes a necessidade de aumentar as doses destes afim de atingir resultados semelhantes à adubação mineral. No entanto, no presente estudo, a menor dose de organomineral (60%) foi a que apresentou resultados semelhantes à adubação mineral.

Em relação ao diâmetro do pseudocaule, resultados similares foram encontrados por Santos (2012), que avaliando o crescimento de mudas de bananeira cv. Prata Anã com adubação mineral e orgânica relatou que com 94 dias após o transplante, a adubação mineral resultou em maior diâmetro do pseudocaule, porém, não foi significativo para as doses do biofertilizante. Ainda relatou que o melhor desempenho para diâmetro do pseudocaule foi alcançado pelas mudas dos tratamentos que receberam adubação mineral (3,36 cm).

Em experimentos de campo, Negreiros (2013) trabalhando com os efeitos de biofertilizantes no crescimento e produção da bananeira cv. Nanica em dois ciclos sucessivos relatou um aumento significativo do diâmetro do pseudocaule com o aumento da dose de biofertilizante até a dosagem máxima ideal estimada de 1,56 L planta⁻¹ vez⁻¹, atingindo um diâmetro máximo de 19,64 cm no primeiro ciclo.

O diâmetro do pseudocaule das mudas de bananeira é um atributo importante a ser avaliado, por expressar o seu vigor e estar relacionado com o seu número de raízes. O nitrogênio é um nutriente de extrema importância no início do desenvolvimento da bananeira até a emissão da inflorescência e suas maiores concentrações estão presentes no pseudocaule (Shongwe et al., 2008).

Apesar de não ter havido interação entre os fatores fertilizantes e o tempo de avaliação, de acordo com a fig. 1, observa-se que as mudas apresentaram comportamento polinomial na ordem de segundo grau quanto ao crescimento em altura e em diâmetro do pseudocaule. Aos 180 dias, as mudas atingiram a maior altura (16,71 cm) e o maior diâmetro (2,21 cm), mas sem diferença ($P < 0,01$) para o diâmetro aos 135 dias da adubação (fig. 1).

Santos et al. (2004) observaram influência do aumento da dose de KNO₃ para os dois atributos de crescimento em mudas da cv. Prata Anã desenvolvidas em sacos com 5 L de substrato. Ainda, estes autores relataram um comportamento linear para a altura e para o diâmetro, atingindo aos 95 dias do transplante 18,8 cm de altura e 3,4 cm de diâmetro, valores maiores que o presente trabalho, motivo este em função, possivelmente, da cultivar estudada e do maior volume de substrato utilizado, o que permite maior desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, da parte aérea. Leal et al. (2005) estudando o efeito de dois recipientes (bloco prensados com 250 cm³ e tubetes com 50 cm³) observaram maior crescimento de mudas micropropagadas de bananeira. Outros autores também sugerem recipientes com maior volume de substrato para a fase de

aclimação de mudas, uma vez que proporciona maior absorção de água e nutrientes e, portanto, maior desenvolvimento das plantas (Schiavo & Martins, 2002; Leles et al., 2000).

Conclusão

De acordo com os resultados apresentados é possível afirmar que o fertilizante organomineral é uma alternativa interessante para a adubação de cobertura na fase de aclimação de muda de banana e, ainda, que a menor dose (60%) pode substituir a dose recomendada de fertilizante mineral, proporcionando, com isso, menores custos ao viveirista e maior sustentabilidade ao sistema de produção de mudas.

Agradecimentos

Agradecimento às empresas Multiplanta[®] e Geociclo[®], pelo fornecimento de materiais indispensáveis à execução deste trabalho.

Referências

- Ezz, T.M.; Aly, M.A.; Saad, M.M. & El-Shaieb, F. 2011. Comparative study between bio-and phosphorus fertilization on growth, yield and fruit quality of banana (*Musa spp.*) grown on sandy soil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 7:3.
- FAO. Food and Agricultural Organization. 2017. www.fao.org
- Fernandes, C. & Corá, J.E. 2000. Caracterização físico-hídrica de substratos utilizados na produção de mudas de espécies olerícolas e florestais. *Horticultura Brasileira*, Brasília 18:469-471.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. <http://www.ibge.gov.br>
- Kiehl, E.J. 2008. Fertilizantes organominerais. Piracicaba, Degaspari 2, 160p.
- Leal, P.P.; Martins, M.A.; Rodrigues, L.A. & Schiavo, J.A. 2005. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira micorrizadas em diferentes recipientes. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27:1:84-87.
- Lédo, A. da S.; Silva Júnior, J.F.da; Silva, S. de O. & Lédo, C.A.da S. 2008. Banana princesa: variedade tipo maçã resistente à Sigatoka-Amarela e tolerante ao Mal-do-Panamá. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros.
- Leles, P.S. dos. S.; Carneiro, J.G.de A. & Barroso, D.G. 2000. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. *Floresta e ambiente* 7(1):238- 250.
- Martins, A.N.; Dal Poz, L.; Suguino, E.; Dias, N.M.S. & Perdoná, M.J. 2011. Aclimação de mudas micropropagadas de bananeira 'Nanicão Williams' em diferentes substratos e fontes de nutrientes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 6(1):65-72.
- Negreiros, K.V.de. 2013. Estudo comparativo dos efeitos de biofertilizantes no crescimento e produção da bananeira nanica em dois ciclos sucessivos. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, 93p.
- Nomura, E.S.; Lima, J.D.; Garcia, V.A. & Rodrigues, D.S. 2008. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira, cv. Nanicão, em diferentes substratos e fontes de fertilizante. *Acta Scientiarum, Agronomy* 30(3):359-363.
- Nomura, E.S.; Damatto Júnior, E.R.; Fuzitani, E.J.; Saes, L.A. & Jensen, E. 2012. Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira 'Grand Naine' com aplicação de biofertilizantes em duas estações do ano. *Revista Ceres* 59(4):518-529.
- Santos, J.A.; Silva, C.R. de R. e; Carvalho, J.G. de & Nascimento, T.B do. 2004. Efeito do calcário dolomítico e nitrato de potássio no desenvolvimento inicial de mudas da bananeira 'Prata-Anã' (AAB), provenientes de cultura in vitro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26(1):150-154.
- Santos, A.M. 2012. Avaliação do crescimento de mudas de bananeira cv. Prata-anã, com adubação mineral e orgânica. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará, UFC, 83p.

- Santos, E. de O. 2014. Adubações orgânica e mineral em mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina durante a aclimatização. Tese de Doutorado.
- Saraiva, J.P.B. 2009. Atividade da microbiota do solo e desenvolvimento de mudas de bananeira biofertilizadas. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, UFC, 98p.
- Schiavo, J.A. & Martins, M.A. 2002. Produção de mudas de goiabeira (*psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *glomus clarum*, em substrato agro-industrial. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24(2):519-523.
- Secretaria de Defesa Agropecuária. 2009. Instrução Normativa SDA/MAPA nº 25, de 23 de Julho de 2009. Brasil.
- Sgarbi, F.; Silveira, R.L.V.de A.; Takahashi, E. N. & Camargo, M. A. F. de. 1999. Crescimento e produção de biomassa de clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em condições de deficiência de macronutrientes, B e Zn. *Scientia Forestalis* 56(1):69-82.
- Shongwe, V.D.; Tumber, R.; Masarirambi, M.T. & Mutukumira, A.N. 2008. Soil water requirements of tissue-cultured Dwarf Cavendish banana (*Musa* spp. L). *Physics and Chemistry of the Earth* 33:768-774.
- Silva, D.S.; Fernandes, A.A.; Pereira, M.C.T.; Bruckner, C.H. & Siqueira, D.L. de. 1999. Aclimação de mudas de bananeira (*Musa* spp.) 'Prata' (AAB) em diferentes substratos. *Revista Ceres* 46(267):543-554.
- Silva, S.O. 2012. BRS Princesa chega ao Sul do Brasil. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura.
- Yamanishi, O.K.; Fagundes, G.R.; Machado Filho, J.A. & Valone, G. de V. 2004. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26(2):276-279.

Quadro 1 - Tratamentos, composição e dose dos fertilizantes aplicados em cobertura em mudas de bananeira BRS Princesa, Uberlândia, MG, Brasil, 2016.

Tratamento	Composição	Dose * (g muda ⁻¹)
Fertilizante Mineral 100%	44% de P ₂ O ₅ e 10% de N	0,360
Fertilizante Organomineral 100%	30% de P ₂ O ₅ e 6% de N	0,530
Fertilizante Organomineral 80%	30% de P ₂ O ₅ e 6% de N	0,425
Fertilizante Organomineral 60%	30% de P ₂ O ₅ e 6% de N	0,320

* Dose calculada para 1,75 L de volume.

Quadro 2 - Altura e diâmetro dos pseudocaulos médios de mudas de bananeira cv. BRS Princesa em função de doses de fertilizante organomineral e do fertilizante mineral ao longo de 180 dias após a adubação de cobertura, Uberlândia, MG, Brasil, 2016.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
Mineral	13,75 a	1,70 a
Organomineral 60%	13,47 a	1,63 ab
Organomineral 100%	12,80 ab	1,50 b
Organomineral 80%	12,22 b	1,50 b
DMS	1,12	0,15
CV (%)	14,79	16,57

DMS diferença mínima significativa; CV coeficiente de variância; Letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente ao nível de 1% de significância.

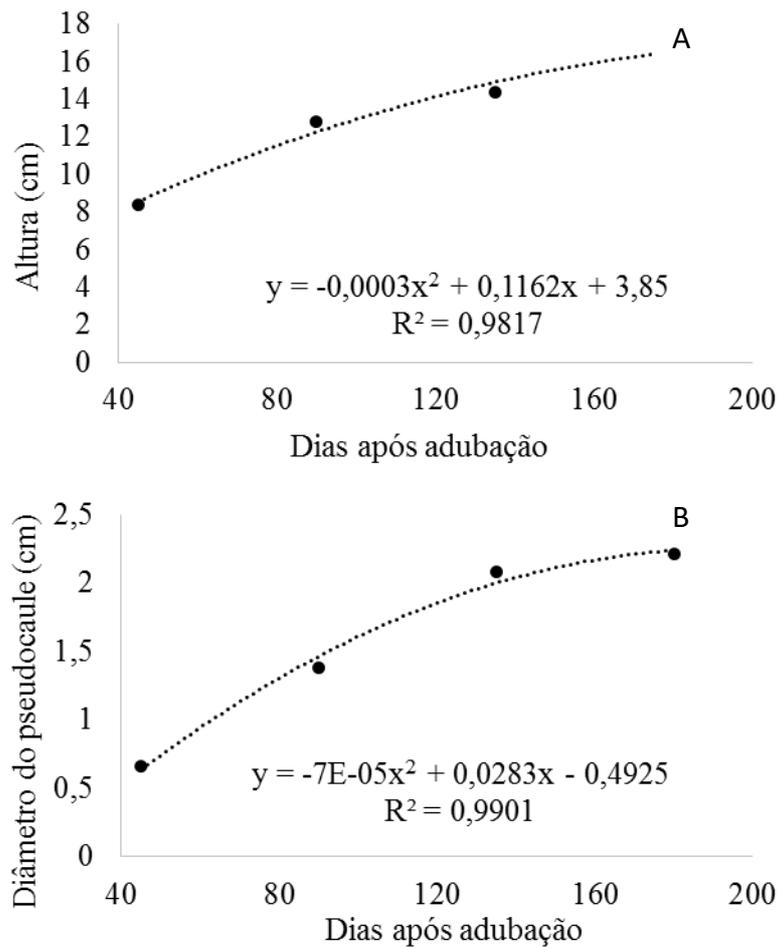


Figura 1 - Comportamento das mudas de bananeira ‘BRS Princesa’ quanto à altura (A) e ao diâmetro do pseudocaule na fase de aclimação ao longo de 180 dias da adubação de cobertura (mineral e organomineral), Uberlândia, MG, Brasil, 2016.

Mortalidade e oviposição do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch em folhas de mamoeiro submetidas à adubação foliar com silicato de potássio

Luiz Flávio Vianna Silveira¹, Dirceu Pratissoli², Paulo Cesar dos Santos³, Almy Junior Cordeiro de Carvalho³, Marta Simone Mendonça Freitas³ & Livia Silveira Massini²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo-Campus de Alegre, Alegre-ES, viannasilveira@gmail.com

²Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, dirceu.pratissoli@gmail.com, liviamassini@hotmail.com

³Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, almy@fruticultura.org, pcsantos18@hotmail.com

Resumo

O objetivo deste experimento foi avaliar a interferência da aplicação de dois produtos a base de silicato de potássio na mortalidade e oviposição do ácaro rajado. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2x5, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100%), dois produtos à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor[®] e Chelal Si[®]) e cinco aplicações de cada produto com quatro repetições por tratamento. Para os testes foram utilizados discos (arenas) de 2 cm de diâmetros de folhas de mamoeiro em placas de Petri com 25 cm de diâmetro onde foram acomodados cinco discos correspondentes a cada concentração da fonte de silicato de potássio, sem ligação entre eles para evitar a migração dos ácaros. Em seguida, foram liberadas 10 fêmeas adultas do ácaro em cada disco e após este procedimento as placas de Petri foram transferidas para câmara climatizada. Foram realizadas três avaliações, às 24, 48 e 72 horas após a liberação do ácaro. As fontes silicatadas são eficientes na redução da produção de ovos de fêmeas do ácaro rajado.

Palavras-chave: reprodução, silício, indutor de resistência, manejo, ambiente.

Abstract

Mortality and oviposition *Tetranychus urticae* Koch from papaya tree submitted to foliar with potassium silicate.

The objective of this experiment was to evaluate the interference of applying two products based on potassium silicate on mortality and oviposition spider mite. The experimental design was a 5x2x5 factorial randomized block design, with five doses of potassium silicate (0 , 25 , 50 , 75 and 100 %), two products based on potassium silicate 0.2% (Dephensor[®] and Chelal[®] Si) and five applications of each product with four replicates per treatment . For testing disks (arenas), 2 cm diameter papaya leaves in Petri dishes of 25 cm diameter disks which were housed five corresponding to each source concentration of potassium, silicate with no connection between them have been used to prevent migration of mites. Then were released 10 adult females of the mite on each disk and after this procedure the Petri dishes were transferred to a climatic chamber. Three evaluations were performed at 24, 48 and 72 hours after the release of mite. Silicate sources are effective in reducing egg production of female spider mite.

Keywords: reproduction, silicon, inducing resistance, management, environmental.

Introdução

A cultura do mamão tem grande importância econômica para o Brasil, sendo o segundo maior produtor mundial, com área colhida de 35.531 hectares e 15,7% da produção mundial (FAO, 2013).

O mamão é atacado por diversas pragas, porém, os ácaros constituem a praga mais séria da cultura, pela sua distribuição por todas as regiões produtoras, pela proliferação rápida e por um alto potencial biótico (Flechtmann, 1985; Martins, 1998). O ataque de pragas nessa cultura pode reduzir consideravelmente a produção e a qualidade do fruto colhido, sendo que, uma das principais pragas é o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (1836).

É uma praga chave na agricultura, principalmente por ser polífaga e cosmopolita, atacando várias espécies de plantas em várias regiões do país e do mundo (Flechtmann, 1985).

Essa praga em todas as suas fases causa danos, principalmente pelo ataque direto em folhas mais velhas do terço inferior das plantas, se localizando na face inferior da mesma, próximo às nervuras, que lhes dá condições propícias para seu desenvolvimento e sua reprodução. No início, devido à perfuração das células epidérmicas e parenquimatosas pelos estiletes, o conteúdo celular extravasa, em consequência da retração dos estiletes, e esse líquido é então ingerido por sucção (Janssen et al., 1998; Moraes e Flechtmann, 2008).

Hoje, o controle de *T. urticae* é realizado principalmente por meio de controle químico. Uma das maiores dificuldades em se manejar esta praga é o pequeno número de ingredientes ativos registrados para a cultura, o que propicia seu uso indiscriminado, podendo levar a vários problemas como contaminação do meio ambiente, dos homens e animais, surgimento de populações resistentes, sendo que este último problema já vem preocupando a comunidade científica desde a década de 70 (Silva, 1971; Watanabe et al., 1994; Sato et al., 2000; Sato, 2003; Sato et al., 2005; Sato et al., 2007). Outro ponto importante é a ação tóxica desses produtos em inimigos naturais que são altamente suscetíveis (Poletti et al., 2006).

Atualmente, métodos de controle que visam diminuir a utilização de agrotóxicos estão sendo cada vez mais pesquisados para o manejo de pragas. Dentre esses métodos o fornecimento de silício para as plantas tem se destacado, pois tem beneficiado muitas espécies vegetais. Quando depositado na parede celular o silício traz efeitos benéficos para as plantas, sendo capaz de aumentar o teor de clorofila das folhas e a tolerância das plantas a estresses ambientais, além de reforçar a parede celular e aumentar a resistência contra pragas (Marschner, 2012).

Já existem relatos de que a ação do silício não se restringe apenas à barreira mecânica para inserção dos estiletes nos tecidos foliares das plantas, podendo ainda interferir na duração do período reprodutivo, na longevidade e na fecundidade de afídeos (Goussain et al., 2005).

O aumento do grau de resistência das plantas com silício pode ser resultado de alterações morfológicas das estruturas externas e internas da planta, bem como da produção de compostos deletérios a praga. Desta maneira, pode ocorrer alteração no comportamento do artrópode em plantas tratadas com silício (Goussain, 2006).

Resultados negativos aos aspectos citados já foram verificados para *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) em milho (Moraes et al., 2005). Além da não preferência de pulgões, o silício pode reduzir a reprodução dos insetos, como de *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro (Peixoto et al., 2011) e do pulgão *M. persicae* em *Zinnia elegans*, planta da família Asteraceae (Ranger et al., 2009).

Outro nutriente que pode induzir resistência às plantas é o potássio, ele atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases e aldolases (Marschner, 2012). As plantas bem nutridas deste nutriente apresentam redução na incidência, na severidade e nos danos causados por pragas. A explicação seria que altas concentrações de potássio nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos, os quais atuam como inibidores de pragas (Wang et al., 2013) e doenças (Sarwan, 2012).

O silicato de potássio (K_2SiO_3) é uma das fontes mais utilizadas para o fornecimento de silício e potássio via aplicações foliares em plantas (Zenão Júnior et al., 2009), além disso, este adubo pode induzir resistência a vários polípagos (Gomes et al., 2009). Contudo, o efeito de K_2SiO_3 em mamoeiro ainda não foi relatado na literatura, justificando estudos que visam à indução de resistência a acaros, visto que esta praga apresenta um ciclo reprodutivo rápido e pode burlar esta pseudorresistência ou não. Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes doses e fontes comerciais de silicato de potássio na mortalidade e oviposição do ácaro rajado *T. urticae* em folhas de mamoeiro.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), situado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre – ES. O município está localizado a uma altitude de 250m, latitude 20° 45' S e longitude 41° 29' W.

Delineamento estatístico e preparação dos bioensaios

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2x5, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100%), dois produtos à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor® e Chelal Si®) e cinco aplicações, com quatro repetições por tratamento. A parcela experimental foi composta por 5 placas de Petri, com cinco arenas (discos) de 2 cm de diâmetro de folha de mamoeiro, sendo cada uma correspondente a uma concentração do silicato de potássio.

Cultivo das mudas

Foram utilizadas mudas de mamoeiro da variedade Sunrise Hawaii produzidas por sementes Feltrin® em viveiro comercial no município de Alegre-ES. As mudas foram produzidas em bandejas com cinquenta células em substrato Basaplant® Hortalíça BX e após atingirem 20 cm de altura foram transplantadas para sacolas de polietileno de baixa densidade, com 40x45x25,5 cm de diâmetro, capacidade para 20 L, preenchidos com solo de barranco, devidamente adubado e corrigido de acordo com Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo 5° Aproximação (Prezotti et al., 2007) após análise química realizada no Laboratório de Análises de Solos Raphael M. Bloise do CCA-UFES.

Aplicações dos tratamentos

A aplicação dos tratamentos iniciou-se 20 dias após o transplante das mudas, sendo realizadas 5 aplicações de cada tratamento com intervalos de 10 dias. As aplicações foram realizadas via foliar, com auxílio de um mini-pulverizador manual com pressão calibrada a 40 lb/pol², até o escorrimento da calda sob as plantas. As pulverizações de todos os tratamentos foram realizadas utilizando como solvente água destilada. Como testemunha foi utilizada água destilada nas pulverizações das plantas. Em todos os casos foi adicionado Tween 20 a 0,5 mL L⁻¹.

Criação de *Tetranychus urticae*

Adultos de *T. urticae* foram coletados em campo e levados para o laboratório de Entomologia, onde foram transferidos para mudas de feijão-de-porco *Canavalia ensiformis* DC. e mantidos em vasos plásticos em sala regulada à temperatura 26 ± 1°C. As trocas dos vasos ocorreram em um intervalo de 5 a 7 dias.

Preparação dos bioensaios

Três dias após cada aplicação com os produtos preestabelecidos, as folhas de mamão foram retiradas das mudas, imersas em hipoclorito de sódio 1% por 1 minuto e lavadas em água destilada,

para a eliminação de agentes patogênicos externos. Depois de lavadas, foram retirados discos de 2 cm de diâmetro com auxílio de um cilindro de ferro, sendo denominados de arenas.

Em placas de Petri (15 cm de diâmetro e 5 cm de altura), forradas com algodão hidrófilo umedecido, foram colocados cinco discos correspondentes às dosagens de 0, 25, 50, 75 e 100% da dosagem recomendada pelos fabricantes e 10 fêmeas adultas foram liberadas por disco.

Após este procedimento as placas de Petri foram transferidas para câmara climatizada à temperatura de $25 \pm 1,0^\circ\text{C}$ e $70 \pm 1,0\%$ UR e fotofase de 12 horas.

Avaliações e análise estatística

Foram realizadas três avaliações, às 24, 48 e 72 horas após a liberação da praga para cada produto, dosagem e aplicação.

Os parâmetros avaliados foram a mortalidade e o número de ovos, através de um microscópio-estereoscópico. Foi considerado no parâmetro mortalidade, o ácaro que, com o toque de um pincel, apresentava movimento limitado, ou seja, que se locomovia a uma distância inferior ao próprio corpo (Stark et al., 1997).

Os valores de número de ovos e de mortalidade foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelos testes de Tukey e Dunnett em 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

De modo geral, a porcentagem de mortalidade dos ácaros aumentou com o passar das horas, sendo o aumento de 8,9% entre 24 e 72 horas após a infestação com *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (Quadro 1).

Verificou-se interação entre as fontes de silicato de potássio, as doses recomendadas pelo fabricante e o número de aplicações dos produtos na avaliação da mortalidade de ácaro rajado nas arenas de mamoeiro. Nas arenas tratadas com 50% da dose recomendada pelo fabricante da fonte Chelal Si[®], foi verificada uma maior mortalidade (40%) do ácaro rajado. Já as arenas tratadas com a fonte de silicato de potássio Dephensor[®], não diferiram da testemunha (Quadro 2).

Gomes et al. (2008) com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de ácido silícico e do inseticida imidaclopride, isoladamente ou em associação, na colonização de batata inglesa pelo pulgão *Myzus persicae*, verificaram que o silício diminuía a colonização da batata pela praga e o uso da metade da dosagem recomendada de imidacloprid foi igualmente eficiente para impedir a colonização, tornando a adubação silicatada mais uma tática de manejo integrado no controle de pragas.

O número de aplicações é importante para que ocorra o tempo necessário para ação do produto e a continuidade dos tratamentos ao longo do ciclo da cultura pode promover maior efeito, induzindo a redução no número de ovos e o incremento na mortalidade. A proteção induzida é dependente do intervalo de tempo que ocorre entre o tratamento com o indutor e a subsequente inoculação da planta, não sendo suficiente apenas uma aplicação para atingir o nível de resistência desejado, pois este processo envolve a síntese e o acúmulo de substâncias que conferem resistência à planta (Pascholati e Leite, 1995).

Em pesquisa realizada por Vicentini (2010), na cultura do morangueiro e com a mesma praga, foi demonstrado que os tratamentos submetidos à argila silicatada e ao silicato de potássio apresentaram maior mortalidade quando comparados à testemunha, obtendo resultados significativamente melhores com três aplicações.

Goussain et al. (2002) verificaram que a aplicação foliar de silicato de sódio em plantas de milho provocou aumento da mortalidade da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) em função do aumento da camada de silício na parede celular das folhas, funcionando, provavelmente, como uma barreira mecânica capaz de aumentar a dureza dos tecidos foliares e desgastar acentuadamente as mandíbulas das lagartas e, portanto, limitando sua alimentação.

Gomes et al. (2009) também atribuíram as fontes silicatadas como responsáveis pela formação dessa barreira física, além disso, relacionaram a produção de moléculas defensivas como taninos e lignina em função destas fontes.

Parrella e Costamagna (2006) observaram aumento da resistência das plantas ao ataque da mosca minadora (*Liriomyza trifolii*) com a aplicação de silicato de potássio em crisântemo e ainda, verificaram redução significativa da emergência de adultos nas plantas tratadas com silício.

A produção média de ovos por fêmeas de *T. urticae* Koch em arenas de mamoeiro tratadas com a fonte Chelal Si[®] foi reduzida a partir da dose 25% recomendada pelo fabricante. Nos resultados relacionados ao número de ovos com a aplicação do produto Dephensor[®], houve queda na mortalidade apenas na dosagem de 100% do silicato de potássio (Quadro 3).

Resultados similares a estes foram encontrados em várias culturas não acumuladoras de silício, sendo a mortalidade e a oviposição afetadas devido à redução na qualidade do alimento, fazendo com que as fêmeas não dispensem energia na oviposição, como Almeida et al. (2008) em feijão e tomate, Corrêa et al. (2005) em pepino, Parrella et al. (2006) e Polanczyk et al. (2008) em crisântemo e Gomes (2008) em batata.

Vicentini (2010), observou redução do número de ovos de *T. urticae* quando aplicou argila silicatada e silicato de potássio em morangueiro quando comparados à testemunha na terceira aplicação. O autor também verificou que o tratamento com silicato de potássio conferiu maior redução em relação à outra fonte silicatada. Esses resultados demonstram que a indução de resistência é uma medida com potencial para o manejo dessa praga.

Gomes et al. (2009) ao verificarem o efeito da adubação com silício na incidência de insetos praga e na produtividade da cultura da batata inglesa em sistema orgânico, constataram que, independente da forma de aplicação (foliar ou diretamente no solo) e da fonte (ácido silícico e pó de rocha - Biocksil[®]) utilizada, houve aumento da resistência das plantas a *Diabrotica speciosa* e a *Liriomyza* spp.

Conclusões

As fontes silicatadas são eficientes na redução da produção de ovos de fêmeas do ácaro rajado;

A dose de 25% recomendada pelo fabricante de Chelal Si[®] reduz a produção de ovos de fêmeas do ácaro rajado, gerando economia para o produtor;

Somente a dose recomendada pelo fabricante de Dephensor[®] reduz a produção de ovos de fêmeas do ácaro rajado.

Referências

- Almeida, G.D., Pratisoli, D., Holtz, A.M. & Vicentini, V.B. 2008. Fertilizante organomineral como indutor de resistência contra a colonização da mosca branca no feijoeiro. *Idesia* 26(1):29-32.
- Correa, R.S.B., Moraes, J.C., Auad, A.M. & Carvalho, G.A. 2005. Silicon and acibenzolar-S-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. *Neotropical Entomology* 34(3):429-433.
- Epstein, E. 2001. Silicon in plants: Facts vs concepts. In: Datnoff, L.E., Snyder, G.H., Korndörfer, G.H. (Eds.). *Silicon in agriculture*. The Netherlands: Elsevier Science, 403p.
- Flechtmann, C.W. 1985. Ácaros de importância agrícola. São Paulo: Nobel. 189p.
- Gomes, F.B., Moraes, J.C., Assis, G.A. 2008. Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. *Ciência Rural* 38(5):1209-1213.
- Gomes, F.B., Moraes, J.C. & Neri, D.K.P. 2009. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. *Ciência e Agrotecnologia* 33(1): 8-23.

- Gomes, F.B., Moraes, J.C., Santos, C.D. & Antunes, C.S. 2008. Uso de Silício como Indutor de Resistência em Batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology* 37:185-190.
- Goussain, M.M., Moraes, J.C., Carvalho, J.G., Nogueira, N.L. & Rossi, M.L. 2002. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology* 31(2):305-310.
- Goussain, M.M. 2006. Interação trigo-silício-inseticida na biologia e no comportamento de prova do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) monitorado pela técnica “electrical penetration graphs” (epg). Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 59p.
- Goussain, M.M., Prado, E. & Moraes, J.C. 2005. Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behavior of the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology* 34(5):807-813.
- Martins, D. dos S. & Marin, S.D.L. 1998. Pragas do mamoeiro. p. 143-149. In: Braga Sobrinho, R., Cardoso, J.C.; Freire, F.C.O. (eds.), Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial. Embrapa – CNPAT, Brasília-DF, 209p.
- Moraes, J.C., Goussain, M.M., Carvalho, G.A. & Costa, R.R. 2005. Feeding nonpreference of the corn leaf aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) to corn plants (*Zea mays* L.) treated with silicon. *Ciência & Agrotecnologia* 29(4):761-766.
- Parrella, M.P. & Costamagna, T. 2006. The addition of potassium silicate to the fertilizer mix to suppress *Liriomyza* leafminers attacking chrysanthemums. *Bulletin-OILB/SROP*. Dijon 29(4):159-162.
- Parrella, M.P., Costamagna, T. & Kaspi, R. 2006. The addition of potassium silicate to the fertilizer mix to suppress *Liriomyza* leafminers attacking chrysanthemums. *Bulletin Gerbera Pest Management Alliance*, 29: 159-162.
- Pascholati, S.F. & Leite, B. 1995. Hospedeiro: mecanismo de resistência. In: Bergamin Filho; Kimati, H.; Amorim, L. (Eds.). *Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos*. São Paulo: Agronômica Ceres, p.417-454.
- Peixoto, M.L., Moraes, J.C., Silva, A.A. & Assis, F.A. 2011. Efeito do silício na preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência & agrotecnologia* 35(3):478-481.
- Polanczyk, R.A., Pratisoli, D., Paye, H.S., Pereira, V.A., Barros, F.L.S., Oliveira, R.S.S., Passos, R.R. & Martins, F.S. 2008. Indução de resistência a mosca minadora em crisântemo usando composto silicatado. *Horticultura Brasileira*, 26:240-243.
- Ranger, C.M., Singh, A.P., Frantz, J.M., Canãs, L., Locke, J.C., Reding, M.E. & Vorsa, N. 2009. Influence of Silicon on Resistance of *Zinnia elegans* to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), *Environmental Entomology* 38(1):129-136.
- Vicentini, V.B. 2010. Potencial de Tecnologias Alternativas sobre Ácaro Rajado *Tetranychus urticae* KOCH no Morangueiro (*Fragaria ananassa* Duch). Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Alegre – ES, Centro de Ciências Agrárias da UFES, CCAUFES, 93p.
- Zenão Júnior, L.A.; Fontes, R.L.F. & Avila, V.T. 2009. Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44(2):203-206.

Quadro 1 - Percentual de mortalidade média de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) criadas em plantas de mamoeiro avaliados aos 24, 48 e 72 horas após infestação

Tempos (horas)	Mortalidade (%)
72	23,64 a
48	20,28 b
24	14,72 c

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade.

Quadro 2 - Percentual de mortalidade média de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) criados em plantas de mamoeiro tratadas com diferentes números de aplicações, doses e fontes de silicato de potássio (Chelal Si[®] e Dephensor[®])

Doses de silicato de potássio	Chelal Si [®]				
	Aplicações				
	1	2	3	4	5
0	24,0A	17,3A	20,0A	16,0A	24,0A
25	28,6A ^{ns}	18,6A ^{ns}	18,0A ^{ns}	21,3A ^{ns}	25,3A ^{ns}
50	40,0A*	7,3C ^{ns}	28,0AB ^{ns}	17,3BC ^{ns}	20,0B ^{ns}
75	18,0A ^{ns}	23,3A ^{ns}	16,6A ^{ns}	14,0A ^{ns}	20,0A ^{ns}
100	34,6A ^{ns}	10,0B ^{ns}	11,3B ^{ns}	18,6B ^{ns}	16,6B ^{ns}
Doses de silicato de potássio	Dephensor [®]				
	Aplicações				
	1	2	3	4	5
0	28,6A	16,6B	14,6B	15,3B	22,6AB
25	25,3A ^{ns}	16,6AB ^{ns}	12,6B ^{ns}	20,0AB ^{ns}	22,0 AB ^{ns}
50	22,6A ^{ns}	18,6A ^{ns}	12,6A ^{ns}	11,3A ^{ns}	22,0A ^{ns}
75	22,6A ^{ns}	14,6A ^{ns}	21,3A ^{ns}	16,0A ^{ns}	20,0A ^{ns}
100	20,6AB ^{ns}	10,0B ^{ns}	18,0AB ^{ns}	22,6A ^{ns}	20,0AB ^{ns}
CV (%)	64,05				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade; ^{ns} e * – tratamentos não diferem ou diferem, respectivamente, da testemunha (dose 0 silicato de potássio) pelo teste bilateral de Dunnet em nível de 5% de probabilidade

Quadro 3 - Produção média de ovos por fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em arenas de mamoeiro avaliadas em função das doses e fontes de produtos à base de silício

Doses de silicato de potássio	Chelal Si [®]	Dephensor [®]
0 (Testemunha)	65,4	60,1
25	46,1**	51,6 ^{ns}
50	51,7**	55,7 ^{ns}
75	46,7**	53,8 ^{ns}
100	51,1**	55,3**
CV (%)	35,9	

^{ns} e * – tratamentos não diferem ou diferem, respectivamente, da testemunha (dose 0 silicato de potássio) pelo teste bilateral de Dunnet em nível de 5% de probabilidade

Comportamento de *Tetranychus urticae* Koch em folhas de mamoeiro tratadas com silicato de potássio

Luiz Flávio Vianna Silveira¹; Dirceu Pratissoli²; Paulo Cesar dos Santos³; Almy Junior Cordeiro de Carvalho³; Marta Simone Mendonça Freitas³ & Livia Silveira Massini²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo-Campus de Alegre, Alegre-ES, viannasilveira@gmail.com

²Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, dirceu.pratissoli@gmail.com, liviamassini@hotmail.com

³Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, almy@fruticultura.org, pcsantos18@hotmail.com

Resumo

O objetivo foi verificar o comportamento de fêmeas adultas do ácaro rajado por meio do teste de livre escolha, em folhas de mamoeiro tratadas com silicato de potássio. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2x5, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100%), dois produtos à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor[®] e Chelal Si[®]) e cinco aplicações, com quatro repetições por tratamento. A parcela experimental foi composta por 5 placas de Petri, com dois discos (arenas) de 2 cm de diâmetro de folha de mamoeiro, sendo um tratado com silicato de potássio e outro sem silicato (controle) para avaliação das infestações dos ácaros. As arenas foram unidas por uma “ponte” artificial de vidro (lamínula) e sobre elas foram liberadas 10 fêmeas adultas fecundadas de *T. urticae*. Após este procedimento as placas de Petri foram transferidas para câmara climatizada. Os resultados foram obtidos após 24 horas da liberação dos ácaros, por contagem do número de indivíduos em cada arena e demonstram que na primeira aplicação houve variação quanto à preferência da praga de acordo com a dosagem. A partir da segunda aplicação para os dois produtos e em todas as dosagens houve diferença significativa entre arenas tratadas e a testemunha, observando-se o maior número de ácaros nas arenas tratadas apenas com água destilada. Estes resultados evidenciam influência no comportamento da praga por não preferência.

Palavras-chave: ácaro rajado, manejo, silício, indutor de resistência, ambiente.

Abstract

Behavior of *Tetranychus urticae* Koch from papaya tree treated with potassium silicate.

The objective was to verify the behavior of adult female mite through the free choice test in papaya leaves treated with potassium silicate. The experimental design was a 5x2x5 factorial randomized block design, with five doses of potassium silicate (0, 25, 50, 75 and 100%), two products based on potassium silicate 0.2% (Dephensor[®] and Chelal Si[®]) and five applications, with four replicates per treatment. The experimental plot consisted of five Petri dishes with two disks (arenas) of 2 cm diameter leaf papaya, being treated with potassium silicate and other silicate without (control) for assessing infestations of mites. The arenas were joined by an artificial "river" glass (cover slip) and about 10 of them fertilized adult females of T. were released urticae. After this procedure the Petri dishes were transferred to climate chamber. The results were obtained after 24 hours of the release of mites, by counting the number of individuals in each arena and demonstrate the first application that there was a variation on the preference of the pest according to the dosage. From the second application for both products and at all doses was no significant difference between treated and control arenas, observing the highest number of mites in the arenas treated only with distilled water. These results show the influence pest behavior by no preference.

Keywords: spider mite, management, silicon, inducing resistance, environment.

Introdução

A cultura do mamão tem grande importância econômica para o Brasil, sendo o segundo maior produtor mundial, com 15,7% da produção e o terceiro maior do mundo em exportação (FAO, 2013).

O ataque de pragas nessa cultura pode reduzir consideravelmente a produção e a qualidade do produto colhido, sendo que, uma das principais pragas é o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Moraes e Flechtmann, 2008).

Uma das características mais importantes dessa praga é o grande potencial biótico que apresenta, podendo cada fêmea dar origem a 60 ovos por postura, sendo seu ciclo curto, variando de 5 a 20 dias para os machos e de 5 a 50 dias para as fêmeas, dependendo de fatores climáticos (Helle e Sabelis, 1985).

O controle químico é o método mais utilizado para o controle desta praga (Watanabe et al., 1994), sendo altamente eficiente quando aplicado de forma correta, podendo ocasionar 100% de mortalidade em adultos e formas jovens, e 100% de inviabilidade nos ovos dessa praga, com aplicação de acaricidas e inseticidas (Albuquerque et al., 2003; Filho et al., 2008).

No sentido de se desenvolver uma agricultura sustentável e proporcionar aos consumidores alimentos saudáveis é de extrema importância o estudo e a utilização de métodos alternativos ao controle químico tais como o uso de cultivares tolerantes, ferormônios, práticas culturais, controle biológico e indução de resistência (Vieira et al., 2006).

Dentre os indutores de resistência mais estudados, o silício tem tido destaque por trazer benefícios para as plantas, sendo capaz de aumentar o teor de clorofila das folhas e a tolerância das plantas aos estresses ambientais como frio, calor, seca, desbalanço nutricional e toxicidade a metais, além de reforçar a parede celular e aumentar a resistência contra patógenos e insetos (Taiz e Zeiger, 2013).

Outro nutriente que pode induzir resistência às plantas é o potássio, ele atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases e aldolases (Marschner, 2012). As plantas bem nutridas deste nutriente apresentam redução na incidência, na severidade e nos danos causados por pragas. A explicação seria que altas concentrações de potássio nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos, os quais atuam como inibidores de pragas (Wang et al., 2013) e doenças (Sarwan, 2012).

O silicato de potássio (K_2SiO_3) é uma das fontes mais utilizadas para o fornecimento de silício e potássio via aplicações foliares em plantas (Zenão Júnior et al., 2009), além disso, este adubo pode induzir resistência a vários polífagos (Gomes et al., 2009). Contudo, o efeito de K_2SiO_3 em mamoeiro ainda não foi relatado na literatura, justificando estudos que visam à indução de resistência a acaro, visto que esta praga apresenta um ciclo reprodutivo rápido e, desta forma, pode burlar esta pseudoresistência ou não. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento por preferência do ácaro rajado em folhas de mamoeiro tratadas com duas fontes comerciais à base de silicato de potássio.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), situado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre – ES. O município está localizado a uma altitude de 250m, latitude 20° 45' S e longitude 41° 29' W.

Delineamento estatístico e preparação dos bioensaios

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2x5, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100%), dois produtos à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor[®] e Chelal Si[®]) e cinco aplicações, com quatro repetições por tratamento. A parcela experimental foi composta por 5 placas de Petri, com dois discos (arenas) 2 cm de folha de mamoeiro, sendo um tratado com silicato de potássio e outro sem silicato (controle) para avaliação das infestações dos ácaros.

Cultivo das mudas

Foram utilizadas mudas de mamoeiro da variedade Sunrise Havai produzidas por sementes Feltrin[®] em viveiro comercial no município de Alegre-ES. As mudas foram produzidas em bandejas com cinquenta células em substrato Basaplant[®] Hortaliça BX e após atingirem 20cm de altura foram transplantadas para sacolas de polietileno de baixa densidade, com 40x45x25,5 cm de diâmetro, capacidade para 20L, preenchidas com solo de barranco, devidamente adubado e corrigido de acordo com Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo 5^o Aproximação (Prezotti et al., 2007) após análise química realizada no Laboratório de Análises de Solos Raphael M. Bloise do CCA-UFES.

Aplicações dos tratamentos

A aplicação dos tratamentos iniciou-se 20 dias após o transplante das mudas, sendo realizadas 5 aplicações de cada tratamento com intervalos de 10 dias. As aplicações foram realizadas via foliar, com auxílio de um mini-pulverizador manual com pressão calibrada a 40 lb/pol², até o escorrimento da calda sob as plantas. As pulverizações de todos os tratamentos foram realizadas utilizando como solvente água destilada. Como testemunha foi utilizada água destilada nas pulverizações das plantas. Em todos os casos foi adicionado Tween 20 a 0,5 mL L⁻¹.

Criação de *Tetranychus urticae*

Adultos de *T. urticae* foram coletados em campo e levados para o laboratório de Entomologia, onde foram transferidos para mudas de feijão-de-porco *Canavalia ensiformis* DC. e mantido em vasos plásticos em sala regulada à temperatura de 26 ± 1°C. As trocas dos vasos ocorreram em um intervalo de 5 a 7 dias.

Preparação dos bioensaios

Três dias após cada aplicação com os produtos pre estabelecidos, as folhas de mamão foram retiradas das mudas, imersas em hipoclorito de sódio 1% por 1 minuto e lavadas em água destilada, para a eliminação de agentes patogênicos externos. Depois de lavadas, foram retirados discos de 2cm de diâmetro com auxílio de um cilindro de ferro, sendo denominados de arenas.

Em placas de Petri (15 cm de diâmetro e 5 cm de altura), forradas com algodão hidrófilo umedecido, foram colocadas duas arenas, uma com o tratamento e a outra sem o silicato (testemunha), unidas por uma “ponte” de vidro (laminula), onde foram liberadas 10 fêmeas adultas fecundadas de *T. urticae*.

Após este procedimento as placas de Petri foram transferidas para câmara climatizada à temperatura de 25,0 ± 1,0°C e 70,0 ± 1% UR e fotofase de 12 horas.

As arenas foram unidas por uma “ponte” artificial de vidro (laminula) e sobre elas foram liberadas 10 fêmeas adultas fecundadas de *T. urticae*.

Avaliação e análise estatística

A avaliação foi realizada 24 horas após as infestações dos ácaros, sendo realizada pela contagem do número total de indivíduos por arena.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste bilateral de Dunnet (5% de probabilidade).

Resultados e Discussão

Não foram observadas diferenças para os testes de livre escolha pelos ácaros entre as duas fontes silicatadas utilizadas. Verificou-se que com apenas uma aplicação das fontes silicatadas nas folhas do mamoeiro o número de ácaros rajados não diferiu da testemunha. Com o aumento do número de aplicações, o número de ácaros foi sempre menor em folhas pulverizadas com fontes silicatadas, independente da dosagem utilizada (Quadro 1).

Gomes et al. (2009) testando a resistência das plantas de batata inglesa a *D. speciosa* e a *Liriomyza* spp., verificaram que a utilização do silício, independente da forma de aplicação (via solo ou pulverização foliar) e da fonte (ácido silícico ou pó de rocha) utilizada apresentou menor número de injúrias foliares em relação àquelas da testemunha.

Na segunda aplicação, houve diferença significativa entre as arenas de folhas tratadas e não tratadas, sendo que, de forma geral, a maioria das fêmeas do ácaro rajado foi encontrada em arenas não tratadas, evidenciando influência dos produtos como repelentes a praga (Quadro 1).

Este comportamento pode estar ligado às características adquiridas por plantas submetidas a adubações com silicatos de potássio, principalmente, pela ação do silício e potássio, conferindo maior resistência às folhas. O silício pode proporcionar a alteração das respostas bioquímicas da planta ao ataque do parasita (Dannon e Wydra, 2004). O Potássio participa direta ou indiretamente de inúmeros processos bioquímicos envolvidos com o metabolismo de carboidratos (Römheld et al., 2010). Plantas bem nutridas em potássio tendem a ser menos susceptíveis ao ataque de pragas (Sarwar, 2012).

A partir da segunda aplicação observa-se que a preferência de alimentação de *T. urticae* por discos foliares oriundos de plantas não tratadas com silício (dose 0,0%) foi maior e concomitantemente os tratamentos com as doses a partir de 25% o número de *T. urticae* foi menor (Quadro 2). Esses resultados concordam com os de Körndorfer et al. (2003), que relatam que o silício na planta está relacionado com a proteção mecânica das plantas, já que diminuem a suscetibilidade de ataque de pragas, como insetos sugadores e mastigadores. E também com o de Assis et al. (2012), em girassol, para o pulgão *Myzus persicae*, onde, após 48 horas, o número de adultos presentes na testemunha ($4,0 \pm 0,58$) foi quase três vezes maior do que nas plantas que receberam ácido silícico em *drench* ($1,4 \pm 0,52$) ou foliar ($1,0 \pm 0,33$).

O silício proporciona mudanças anatômicas nos seus tecidos, como o surgimento de células epidérmicas mais espessas (Sujatha et al., 2012), em decorrência da deposição de sílica (Asmar et al., 2011), resultando na formação de uma barreira mecânica capaz de dificultar o ataque de insetos sugadores (Gomes et al., 2005) e mastigadores e impedir a penetração de fungos (Marschner, 2012). Pode, também, atuar como ativador da expressão de reações de defesa natural das plantas via produção de compostos fenólicos e taninos (Laing et al., 2006), que podem agir como substâncias inibidoras ao patógeno (Pereira, 2007). Bekker et al. (2006) relataram que o silício tem um mecanismo de ação direta, bem como indireta pela elevação dos níveis de compostos fenólicos em plantas de abacateiro.

Costa et al. (2007) ao avaliarem o efeito do silício na indução de resistência ao pulgão-verde (*Schizaphis graminum*) em trigo, verificaram que o número de pulgões na testemunha foi nove vezes maior que nas plantas que receberam aplicação de ácido silícico.

Conclusões

O emprego de silicato de potássio em mamoeiro induz resistência a *T. urticae* pelo mecanismo de não preferência a alimentação.

Duas aplicações de Chelal Si ou Dephensor na dosagem de 25% são suficientes para estimular a não preferência do *T. urticae* no mamoeiro testado.

Referências

- Albuquerque, F.A., Oliveira, J.V., Gondim Junior, M.G.C. & Torres, J.B. 2003. Efeito de inseticidas e acaricidas sobre ovos e fêmeas adultas do ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, 13: 1-8.
- Asmar, S.A., Aparecida, M.P.F.A.R. & de Araujo, G. 2011. Fontes de silício no desenvolvimento de plântulas de bananeira ‘Maçã’ micropropagadas. *Ciência Rural* 41(7):1127-1131.
- Assis, F.A., Nascimento, A.M., Moraes, J.C., Coelho, M. & Parolin, F.J.T. 2012. Não-preferência ao pulgão *Myzus persicae* em girassol induzida por silício. VI Workshop de Agroenergia, Ribeirão Preto, SP.
- Batista, G.F., Campos, M.J., Donizete, S.C. & Marcos, G.M. 2005. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agrícola* 62:547-551.
- Bekker, T.F., Kaiser, C., Labuschagne, N. 2006. Efficacy of water soluble silicon against *Phytophthora cinnamomi* root rot of avocado: A progress report. *South African Avocado Growers’ Association Yearbook* 29:58-62.
- Costa, R.R., Moraes, J.C. & Antunes, C.S. Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852). (Hemiptera: Aphididae) por silício e acibenzolar-s-methyl. *Ciência e Agrotecnologia* 31(2):393-397.
- Dannon, E.A. & Wydra, K. 2004. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 64:233-243.
- Epstein, E. 1999. Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 50:641–664.
- Epstein, E. 2001. Silicon in plants: Facts vs concepts. In: Datnoff, L. E.; Snyder, G.H.; Korndörfer, G.H. (Eds.). *Silicon in agriculture*. The Netherlands: Elsevier Science, 403p.
- FAO. 2011. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Disponível em: www.fao.org.br. Consultado em 25/01/2014.
- Filho, A.B.E.; Oliveira, J.V. & Gondim Júnior, M.G.C. 2008. Toxicidade de Acaricidas sobre Diferentes Estágios de Vida de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Mamoeiro. *Bio Essay*, Cambridge, 3: 6.
- Gomes, F.B., de Moraes, J.C., dos Santos, C.D. & Goussain, M.M. 2005. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agrícola* 62(6):547–551.
- Helle, W. & Sabelis, M. W. 1985. Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control, vol. 1B. *Elsevier*, Amsterdam, 458p.
- Jones, L.H.P. & Handreck, K.A. 1967. Silica in soils, plants and animals. *Adreanus in Agronomy* 19:107-149.
- Körndorfer, G.H., Pereira, H.S. & Camargo, M.S. 2003. Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura. Uberlândia: Grupo de pesquisa “Silício na agricultura”: UFU, 22p. (Boletim técnico 1).
- Laing, M.D., Gatarayiha, M.C. & Adandonon, A. 2006. Silicon use for pest control in agriculture: A review. *Proceedings of the South African Sugar Technologists’ Association* 80: 278-286.
- Marschner, P. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3ed. San Diego: Elsevier. 2012. 651p.
- Moraes, G.J. & Flechtmann, C.W. (2008) *Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto-SP: Holos, 308p.
- Pereira, S.C. 2007. Silício como potencializador da atividade de enzimas de defesa à ferrugem em plantas de café e soja. Tese (Mestrado em Bioquímica Agrícola) – Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, UFV. 70p.
- Prezzoti, L.C., Gomes, J.A., Dadalto, G.G. & Oliveira, J.A. 2007. *Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo*. 5º aproximação. Vitória, ES: *SEEA/INCAPER/CEDAGRO*. 305p.
- Römheld, V. & Kirkby, E.A. 2010. Research on potassium in agriculture: needs and prospects. *Plant and Soil* 335:155-180.

- Sarwar, M. 2012a. Effects of potassium fertilization on population build up of rice stem borers (lepidopteron pests) and rice (*Oryza sativa* L.) yield. *Journal of Cereals and Oil Seeds* 3(1): 6-9.
- Sujatha, K.B., Babu, S.M., Ranganathan, S., Rao, D.N., Ravichandran, S. & Voleti, S.R. 2012. Silicon accumulation and its influence on some of the leaf characteristics, membrane stability and yield in rice hybrids and varieties grown under aerobic conditions. *Journal of Plant Nutrition* 36(6):963-975.
- Takahashi, E. 1995. Uptake mode and physiological functions of silica. In: Matsuo, T., Kumazawa, K., Ishh, R., Ishihara, K., Hirata, H. (Eds.). *Science of the rice plant: physiology*. Food and Agriculture Policy Research Center, p.420-433.
- Vieira, M.R. 2006. Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s 8(4):210-217.
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q. & Guo, S. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. *International Journal of Molecular Sciences* 14(4):7370-7390.
- Watanabe, M.A., Moraes, G.J. de, Gastaldo Jr., I. & Nicolella, G. 1994. Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. *Scientia Agrícola* p.75-81.
- Yoshida, S. 1975. Chemical aspects of the role of silicon in physiology of the rice plant. *Bulletin National Institute of Agriculture and Science* 15:1-58.
- Zenão Júnior, L.A., Fontes, R.L.F. & Avila, V.T. 2009. Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(2): 203-206.

Quadro 1 -. Número de indivíduos de ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) por arena foliar de mamoeiro tratadas com doses de produtos à base de silício e em diferentes números de aplicações

Doses de fontes silicatadas (%)	Nº de aplicações de fontes silicatadas				
	3,70	7,10	6,80	7,02	7,10
0 (testemunha)	3,70	7,10	6,80	7,02	7,10
25	4,50 ^{ns}	2,00 ⁻	1,70 ⁻	1,30 ⁻	1,50 ⁻
50	3,90 ^{ns}	1,90 ⁻	1,80 ⁻	1,90 ⁻	1,20 ⁻
75	4,40 ^{ns}	1,10 ⁻	1,50 ⁻	1,80 ⁻	1,90 ⁻
100	4,10 ^{ns}	2,20 ⁻	2,30 ⁻	1,40 ⁻	1,50 ⁻
CV (%)	39,3				

Em cada coluna, médias seguidas por +, - ou ns são maiores, menores ou não diferem do tratamento 0 (testemunha), respectivamente, pelo teste de Dunnett a 5%.

Quadro 2 - Número de indivíduos de ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) por arena foliar de mamoeiro tratadas em função do número de aplicações de diferentes doses de produtos à base de silício.

Nº de aplicações de fontes silicatadas	Doses de fontes silicatadas (%)				
	0	25	50	75	100
1 (testemunha)	3,70	4,50	3,90	4,40	4,10
2	7,10 ⁺	2,00 ⁻	1,90 ⁻	1,10 ⁻	2,20 ⁻
3	6,80 ⁺	1,70 ⁻	1,80 ⁻	1,50 ⁻	2,30 ⁻
4	7,02 ⁺	1,30 ⁻	1,90 ⁻	1,80 ⁻	1,40 ⁻
5	7,10 ⁺	1,50 ⁻	1,20 ⁻	1,90 ⁻	1,50 ⁻
CV (%)	39,3				

Em cada coluna, médias seguidas por +, - ou ns são maiores, menores ou não diferem do tratamento 0 (testemunha), respectivamente, pelo teste de Dunnett a 5%.

Índices de infestação da mosca-das-frutas sul-americana em frutíferas nativas em Caçador, SC, Brasil

Janaína Pereira dos Santos¹, André Eduardo Biscaia de Lacerda², Andressa Camila Alves³ & Andressa Ana Ansiliero³

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) - Estação Experimental de Caçador, Santa Catarina, Brasil, janapereira@epagri.sc.gov.br

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA FLORESTAS), Colombo, Paraná, Brasil, andre.biscaia@embrapa.br

³Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), Caçador, Santa Catarina, Brasil, andressa.camila.alves3@gmail.com, andressa.ansiliero@gmail.com

Resumo

A mosca-das-frutas sul-americana (*Anastrepha fraterculus*) é a principal praga das frutíferas de clima temperado no Sul do Brasil. A detecção e a quantificação das populações de mosca-das-frutas em hospedeiros nativos são etapas essenciais ao implementar o manejo integrado dessa praga. O objetivo deste trabalho foi avaliar os índices de infestação de *A. fraterculus* em hospedeiros nativos, a fim de fornecer subsídios para a formulação de estratégias de controle. O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental da Epagri e Embrapa de Caçador, SC, de novembro de 2016 a março de 2017. Foram avaliados frutos de cerejeira-do-rio-grande (*Eugenia involucrata*), guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa*), araçazeiro vermelho e amarelo (*Psidium cattleianum*) localizados próximos a pomares comerciais de macieira (*Malus domestica*). Também foram coletados frutos de araçazeiro-amarelo em mata nativa. De cada espécie frutífera, foram coletados 50 frutos de cinco plantas, totalizando 250 frutos/espécie frutífera. Coletaram-se frutos maduros, aleatoriamente, do chão e da copa das árvores. Após a coleta, em sala climatizada, acondicionou-os em recipientes plásticos contendo areia esterilizada. Após 7, 14 e 21 dias, peneirou-se a areia para a contagem de pupários, os quais foram transferidos para placas de Petri e acondicionados em gaiolas até a emergência de moscas e/ou parasitoides. O grau de infestação dos frutos foi expresso pelo número de pupários/fruto e de pupários/peso de frutos (Kg). Registrou-se também a viabilidade pupal e a razão sexual. Os dados foram analisados, testados quanto à normalidade e comparados pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Observou-se maior quantidade de pupários/fruto e de pupários/kg em araçá-vermelho. Verificou-se maior viabilidade pupal em cereja-do-rio-grande e araçá-amarelo coletado em área próxima a pomar de macieira. Em relação à razão sexual, não se verificou diferença entre as frutíferas avaliadas. Frutos de araçá-vermelho apresentaram maior infestação de mosca-das-frutas, sendo um importante hospedeiro nativo multiplicador de *Anastrepha fraterculus* para os pomares comerciais de macieira.

Palavras-chave: *Anastrepha fraterculus*, macieira, hospedeiros nativos, monitoramento.

Abstract

Infestation indices of South American fruit fly in native fruit trees in Caçador, SC, Brazil.

The South American fruit fly (*Anastrepha fraterculus*) is the main pest for temperate climate fruit trees of Southern Brazil. The detection and quantification of fruit fly populations in native hosts are essential in implementing integrated management of this pest. The objective of this study was to evaluate the indices of infestation of *A. fraterculus* in native hosts in order to support the development of pest control strategies. The study was conducted in Epagri and the EMBRAPA Experimental Research Station Caçador (ERSC), Caçador, Santa Catarina, Brazil, from November 2016 to March 2017. It was evaluated fruit from cherry of the Rio Grande (*Eugenia involucrata*), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), and red and yellow cattley guava (*Psidium cattleianum*) located near to commercial apple orchards (*Malus domestica*). It was also collected fruit from

yellow cattley guava in a natural forest. For each fruit tree species, 50 fruits were collected from five plants, for a total of 250 fruit/species. Samples were selected randomly from the ground and the tree canopy. After collection, samples were placed in plastic containers with sterile sand in a temperature controlled environment. After 7, 14, and 21 days the sand was sifted to collect and count pupae, which were then transferred to Petri dishes and kept in cages until the emergence of the fruit flies and/or parasitoids. The level of fruit infestation was expressed as the number of pupae/fruit and the number of pupae/fruit weight (kg). It was also recorded the pupal viability and sex ratio. The data were analyzed, tested for normality and compared with the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$). A great quantity of pupae/fruit and pupae/kg in red cattley guava was found. It was also identified a greater pupal viability in cherry of the Rio Grande and yellow cattley guava collected from areas near to the apple orchard. In relation to sexual ratio, we did not find differences between the evaluated fruit trees. Fruit from red cattley guava presented a greater infestation of fruit flies, and as such this native host species is a significant multiplier of fruit flies for commercial apple orchards.

Keywords: *Anastrepha fraterculus*, apple orchards, native hosts, monitoring.

Introdução

A mosca-das-frutas sul americana, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) é a principal praga das fruteiras de clima temperado no Sul do Brasil (Nava & Botton, 2010; Botton et al., 2016a). Em Santa Catarina, é a espécie de Tephritidae mais frequente e abundante (Garcia & Norrbom, 2011).

No Brasil, 97 espécies de plantas são registradas como hospedeiras de *A. fraterculus*, com destaque para as famílias Rosaceae, Myrtaceae e Rutaceae (Zucchi, 2008). Em Santa Catarina, *A. fraterculus* já foi registrada em 45 espécies de plantas distribuídas em 18 famílias (Nora et al., 2000).

As injúrias provocadas por *A. fraterculus* são causadas tanto pela oviposição nos frutos, quanto pelo hábito cariófago das larvas que durante a alimentação, abrem galerias, provocando alteração no sabor, amadurecimento precoce e apodrecimento dos frutos, comprometendo consequentemente a produção e a comercialização (Nora & Hickel, 2006; Gregório et al. 2012). Além disso, o ferimento realizado durante a oviposição pode propiciar a infecção por fungos e bactérias, tornando-os impróprios para a comercialização e consumo *in natura* (Santos et al., 2008).

A dinâmica populacional da mosca-das-frutas em pomares comerciais caracteriza-se pela colonização com indivíduos oriundos de hospedeiros presentes nas matas nativas e pomares domésticos (Kovaleski, 1997; Kovaleski & Ribeiro, 2003; Nora & Hickel, 2006).

No Brasil, dados de habilidade de dispersão (Kovaleski et al., 1999), comportamento de oviposição (Sugayama et al., 1997) e demografia (Sugayama et al., 1998) apoiam a hipótese de que a maioria, se não todas as moscas capturadas em pomares de macieira, provêm da mata nativa. A presença de hospedeiros nativos permite a manutenção de populações de moscas que irão infestar os pomares comerciais (Orth et al., 1986; Calkins & Malvasi, 1995). Nas matas, uma gama de hospedeiros é encontrada, especialmente da família Myrtaceae (Kovaleski et al., 1999; Nora et al., 2000; Santos, 2014). Em Caçador (SC), a cerejeira-do-rio-grande (*Eugenia involucrata*), a goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*), a guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa*) e os araçazeiros vermelho e amarelo (*Psidium cattleianum*) são importantes hospedeiros multiplicadores de *A. fraterculus* (Santos, 2013; 2014; Santos et al., 2016).

No Brasil, atualmente, o método químico é a forma de controle das moscas-das-frutas mais utilizada, empregando-se inseticidas fosforados em pulverização total ou em iscas tóxicas, os quais possuem elevada toxicidade e carência, além de não serem seletivos aos inimigos naturais (Botton et al., 2016b). O combate de insetos-praga exclusivamente com inseticidas químicos compromete as cadeias de inimigos naturais e insetos polinizadores, estreita a diversidade biológica e desencadeia o

aparecimento de novas pragas (Santos et al., 2016). Dessa maneira, a estimativa populacional de mosca-das-frutas através do monitoramento deve ser usada como informação-chave para a tomada de decisão de controle (Hickel, 2008).

O monitoramento com armadilhas contendo atrativo alimentar possibilita caracterizar as populações de maneira qualitativa e quantitativa (Sá et al., 2008), entretanto, deve ser complementado com a amostragem de frutos, para avaliar os danos diretos, detectar a presença de larvas, o nível de infestação do pomar e a associação de determinada espécie com o seu hospedeiro (Nascimento et al., 2000; Sá et al., 2008). Outro aspecto importante a ser considerado é a frutificação dos hospedeiros nativos, por influenciar no tamanho das populações de mosca-das-frutas que irão colonizar os pomares (Kovaleski et al., 1999; Nora & Hickel, 2006) e contribuir para que a reprodução do inseto ocorra praticamente o ano todo.

A detecção e a quantificação das populações de mosca-das-frutas em hospedeiros nativos são etapas essenciais ao implementar técnicas de controle inseridas no manejo integrado de pragas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os índices de infestação de *A. fraterculus* em hospedeiros nativos localizados nas proximidades de pomares comerciais de macieira, a fim de fornecer subsídios para a formulação de estratégias de controle.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido na Epagri/Estação Experimental de Caçador, em Santa Catarina, de novembro de 2016 a março de 2017. Foram avaliados frutos de cerejeira-do-rio-grande (*Eugenia involucrata*), guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa*) e de araçazeiros vermelho e amarelo (*Psidium cattleianum*) sem tratamento com agrotóxicos, coletados em áreas próximas a pomares comerciais de macieira (*Malus domestica*). Também foram coletados frutos de araçazeiro-amarelo em mata nativa. As coletas de frutos foram realizadas em 18/11/2016 (cerejeira-do-rio-grande); 20/12/2016 (guabirobeira); 07/03/2017 (aráçazeiro-amarelo próximo a pomar de macieira); 09/03/2017 (aráçazeiro-amarelo de mata nativa); 20/03/2017 (aráçazeiro-vermelho).

De cada espécie frutífera, foram coletados 50 frutos de cinco plantas, totalizando 250 frutos/espécie frutífera e 1250 frutos amostrados. Os frutos foram coletados do chão e da copa das árvores, aleatoriamente, no estágio de maturação fisiológica. Após a coleta, os frutos foram transportados em sacos de papel até o laboratório, acondicionados em recipientes plásticos (34,5 x 21,0 x 11,5cm) contendo uma camada de aproximadamente 1cm de areia esterilizada (50 frutos/ recipiente) e mantidos em sala climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$; $60 \pm 10\%$ U.R.; fotofase 12 horas). Após 7, 14 e 21 dias, a areia foi peneirada para a contagem de pupários, os quais foram transferidos para placas de Petri contendo areia esterilizada como substrato, e acondicionados em gaiolas (40,0 x 29,0 x 51,5cm) até a emergência de moscas e/ou parasitoides.

Os espécimes foram armazenados em frascos de plástico (50mL) contendo álcool 70% e, posteriormente, procedeu-se a separação pelo sexo e a identificação através de chave dicotômica específica, conforme Zucchi (2000).

O grau de infestação dos frutos pela mosca-das-frutas foi expresso pelos seguintes índices de infestação: número de pupários/fruto e número de pupários/peso de frutos (Kg), independentemente se houve emergência de adultos. Registrou-se também a viabilidade pupal (%), através do número de moscas emergidas x 100/(total de pupários - n° de parasitoides emergidos). A razão sexual (rs) foi calculada pela fórmula: $rs = \text{número de fêmeas}/(\text{número de fêmeas} + \text{número de machos})$. A percentagem de parasitismo foi calculada através do número de parasitoides emergidos x 100/número total de pupários.

Os dados foram analisados com auxílio do programa estatístico Sisvar 5.6, utilizando-se das rotinas de teste quanto à normalidade e comparados pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Dos 1250 frutos amostrados foi obtido um total de 2539 pupários, dos quais emergiram 16 parasitoides e 957 moscas, todas de *A. fraterculus*. Emergiram 10 parasitoides em pupários obtidos

de araçá-vermelho, cinco parasitoides em araçá-amarelo (próximo a pomar de macieira) e um parasitoide em cereja-do-rio-grande.

Registrou-se 53,4%; 26,6%; 10,3%; 6,7% e 3% dos pupários em frutos de araçá-vermelho; araçá-amarelo (área de mata); araçá-amarelo (próximo a pomar de macieira); cereja-do-rio-grande e guabiroba, respectivamente. Observou-se que a mosca-das-frutas infestou todas as frutíferas avaliadas, entretanto, apresentou uma hierarquia de preferência. Segundo Gregório et al. (2010) é possível que em *A. fraterculus* exista uma associação entre a escolha do hospedeiro e a qualidade nutricional do substrato de oviposição. De acordo com Silva et al. (2011) o índice de infestação de uma espécie de planta por uma determinada praga é um fator variável, visto que a época e/ou local de ocorrência, a disponibilidade de hospedeiros e os fatores ambientais podem influenciar nesses valores.

Observou-se maior quantidade de pupários/fruto e de pupários/kg em frutos de araçá-vermelho (quadro 1). Em Caçador (SC), Santos et al. (2016) já haviam registrado maior quantidade de pupários/fruto e de pupários/kg em frutos de araçá-vermelho em relação aos frutos de guabiroba e de cereja-do-rio-grande.

Verificou-se maior viabilidade pupal em frutos de cereja-do-rio-grande e de araçá-amarelo coletado em área próxima a pomar de macieira (quadro 1). Em relação à razão sexual, não se verificou diferença entre as frutíferas avaliadas (quadro 1).

Frutos de araçá-vermelho apresentaram maior infestação de mosca-das-frutas, sendo um importante hospedeiro nativo multiplicador de *A. fraterculus* para os pomares comerciais de macieira.

De acordo com Santos et al., (2017), em Caçador, a mosca-das-frutas sul-americana, *A. fraterculus*, ocorre em pomares de macieira no período de novembro a abril, com pico populacional em janeiro ou fevereiro. No presente estudo, verificou-se que, todas as frutíferas nativas avaliadas apresentam fenologia de frutificação concomitante com os cultivares de macieira cultivados em Caçador (fig. 1). Em outubro, a cerejeira-do-rio-grande e a guabirobeira iniciam a frutificação (fig. 1). Esses são os primeiros hospedeiros multiplicadores a gerar moscas que se dispersarão para os pomares de macieira, especialmente os dos cultivares de ciclo precoce (híbridos e mutações de Gala) que se encontrarão em maturação fisiológica no final de dezembro e em janeiro. Fato já relatado por Nora et al. (2000), em pomares de macieiras cultivados na região de Caçador. Já os cultivares de macieira de ciclo intermediário e tardio (híbridos e mutações de Fuji) apresentam frutificação concomitante com os frutos de araçazeiros vermelho e amarelo (fig. 1). Dessa forma, o monitoramento em todas as espécies de hospedeiros nativos deve ser realizado do início da frutificação até a maturação dos frutos, viabilizando a tomada de decisão de controle.

Conclusões

Maior quantidade de pupários/fruto e de pupários/kg de mosca-das-frutas foi registrada em araçá-vermelho;

Maior viabilidade pupal de mosca-das-frutas foi registrada em cereja-do-rio-grande e araçá-amarelo coletado em área próxima a pomar de macieira;

A razão sexual não diferiu entre as frutíferas avaliadas;

Frutos de araçá-vermelho apresentaram maior infestação de mosca-das-frutas, sendo este um importante hospedeiro nativo multiplicador de *A. fraterculus* para os pomares comerciais de macieira em Caçador, Santa Catarina, Brasil.

Agradecimentos

Ao FAP- Fundo de Apoio à Pesquisa da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (Caçador – SC), pelas bolsas de pesquisa concedidas a primeira e a terceira autora.

Referências

- Botton, M., Machota Júnior, R., Bortoli, L.C. & Arioli, C.J. 2016a. Ceratrap – Monitoramento e supressão populacional de moscas-das-frutas. *Revista Campo & Negócios Hortifrúti* 129:84-86.
- Botton, M., Arioli, C.J., Machota-Junior, R., Nunes, M.Z. & Rosa, J.M. 2016b. Moscas-das-frutas na fruticultura de clima temperado: situação atual e perspectivas de controle através do emprego de novas formulações de iscas tóxicas e da captura massal. *Agropecuária Catarinense* 29:103-107.
- Calkins, C.O. & Malavasi, A. 1995. Biology and control of fruit flies (*Anastrepha*) in tropical and temperate fruit. *Revista Brasileira de Fruticultura* 17:36-45.
- Garcia, F.R.M. & Norrbom, A.L. 2011. Tephritoid flies (Diptera, Tephritoidea) and their plant hosts from state of Santa Catarina in Southern Brazil. *Florida Entomologist* 94:151-157.
- Gregório, P.L.F., Sant'Ana, J. & Redaelli, L.R. 2010. Percepção química e visual de *Anastrepha fraterculus* (Diptera, Tephritidae) em laboratório. *Iheringia, Série Zoologia* 100:128-132.
- Gregório, P.L.F., Sant'Ana, J., Redaelli, L.R. & Idalgo, T.D.N. 2012. The influence of prior experience with artificial fruits on the ovipositioning behavior of *Anastrepha fraterculus* (Diptera, Tephritidae). *Iheringia, Série Zoologia* 102:138-141.
- Hickel, E.R. 2008. Pragas das fruteiras de clima temperado no Brasil: Guia para o manejo integrado de pragas. Epagri, Florianópolis.
- Kovaleski, A. 1997. Processos adaptativos na colonização da maçã (*Malus domestica* L.) por *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na região de Vacaria, RS. 122 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Programa de Pós-Graduação em Biociências, USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Kovaleski, A. & Ribeiro, L.G. 2003. Manejo de pragas na produção integrada de maçã. p. 61-76. In: J.F. Protas & R.M. Valdebenito-Sanhueza (eds.), *Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil*, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves.
- Kovaleski, A., Sugayama, R.L. & Malavasi, A. 1999. Movement of *Anastrepha fraterculus* from native breeding sites into apple orchards in Southern Brazil. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 91:457-463.
- Nava, D.E. & Botton, M. 2010. Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas.
- Nascimento, A.S., Carvalho, R.S. & Malavasi, A. 2000. Monitoramento populacional. p. 109-112. In: A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.), *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado*, vol.1, Holos, Ribeirão Preto.
- Nora, I., Hickel, E.R. & Prando, H.F. 2000. Moscas-das-frutas nos estados brasileiros: Santa Catarina. p. 271-276. In: A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.), *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado*, vol.1, Holos, Ribeirão Preto.
- Nora, I. & Hickel, E.R. 2006. Pragas da macieira: Dípteros e lepidópteros. p. 463-486. In: Epagri (ed.), *A cultura da macieira*, vol.2, GMC/Epagri, Florianópolis.
- Orth, A., Ribeiro, L.G. & Reis Filho, W. 1986. Manejo de pragas. p. 341-379. In: Empasc (ed.), *Manual da cultura da macieira*, Empasc, Florianópolis.
- Sá, R.F., Castellani, M.A., Nascimento, A.S., Brandão, M.H.S.T., Silva, A.N. & Pérez-Maluf, R. 2008. Índice de infestação e diversidade de mosca-das-frutas em hospedeiros exóticos e nativos no pólo de fruticultura de Anagé, BA. *Bragantia* 67:401-411.
- Santos, J.P., Corrent, A.R., Berton, O., Schwarz, L.L. & Denardi, F. 2008. Incidência de podridão-branca em frutos de macieira com e sem fermentos. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30:118-121.
- Santos, J.P. 2013. Flutuação populacional e danos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) relacionada à fenologia de quatro genótipos de macieira (*Malus domestica* Borkh.)

- (Rosaceae). 93f. Tese (Doutorado em Fitotecnia/Entomologia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Santos, J.P. 2014. Perdas e danos. *Revista Cultivar Hortaliças e Frutas* 12:6-7.
- Santos, J.P., Wamser, A.F. & Menezes-Netto, A.C. 2016. Índices de infestação de mosca-das-frutas e seus parasitoides em hospedeiros silvestres em Caçador, SC. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 24, 2016, São Luís. Anais... São Luís: Sociedade Brasileira de Fruticultura.
- Santos, J.P., Redaelli, L.R., Sant'Ana, J. & Hickel, E.R. 2017. Flutuação populacional e estimativa do número de gerações de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em pomar de macieira em Caçador, Santa Catarina, Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico* 84:1-7.
- Silva, P.S., Aguiar-Menezes, E.L., Moura, A.P. & Ferrara, F.A.A. 2011. Diversidade e índices de infestação de mosca-das-frutas e seus parasitoides em seis cultivares de café no município de Bom Jesus do Itabapoana, RJ. *Vértices* 13:193-203.
- Sugayama, R.L., Branco, E.S., Malavasi, A., Kovaleski, A. & Nora, I. 1997. Oviposition behavior of *Anastrepha fraterculus* in apple and diel pattern of activities in an apple orchard in Brazil. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 83:239-245.
- Sugayama, R.L., Kovaleski, A., Liedo, P. & Malavasi, A. 1998. Colonization of a new fruit crop by *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brazil: a demographic analysis. *Environmental Entomology* 27: 642-648.
- Zucchi, R.A. 2000. Taxonomia. p. 13-24. In: A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado*, vol.1, Holos, Ribeirão Preto.
- Zucchi, R.A. Fruit flies in Brazil. 2008. *Anastrepha* species and their hosts plants, and parasitoids. www.lea.esalq.usp.br/anastrepha.

Quadro 1 - Valores médios \pm desvio padrão dos parâmetros biológicos da mosca-das-frutas sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) obtidos de frutos de cerejeira-do-rio-grande, guabirobeira, araçazeiro vermelho e amarelo em Caçador, Santa Catarina, Brasil.

Frutífera	Parâmetros biológicos			
	Pupários/ fruto	Pupários/kg	Viabilidade pupal (%)	Razão sexual
Cerejeira-do-rio-grande	0,68 \pm 0,19 c	148,46 \pm 43,38 b	65,68 \pm 16,28 a	0,52 \pm 0,14 ^{ns}
Guabirobeira	0,31 \pm 0,20 c	36,42 \pm 19,26 c	33,11 \pm 38,04 b	0,53 \pm 0,50
Araçazeiro-vermelho	5,4 \pm 1,54 a	571,49 \pm 70,49 a	31,27 \pm 16,93 b	0,53 \pm 0,03
Araçazeiro-amarelo	1,0 \pm 0,27 c	161,03 \pm 33,88 b	62,35 \pm 13,59 a	0,51 \pm 0,11
(próximo a pomar)				
Araçazeiro-amarelo	2,7 \pm 0,36 b	174,89 \pm 33,46 b	31,00 \pm 5,62 b	0,52 \pm 0,06
(mata nativa)				

Letras diferentes na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). ^{ns} Não houve diferenças significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$).

Família/Hospedeiro/Espécie

Frutificação

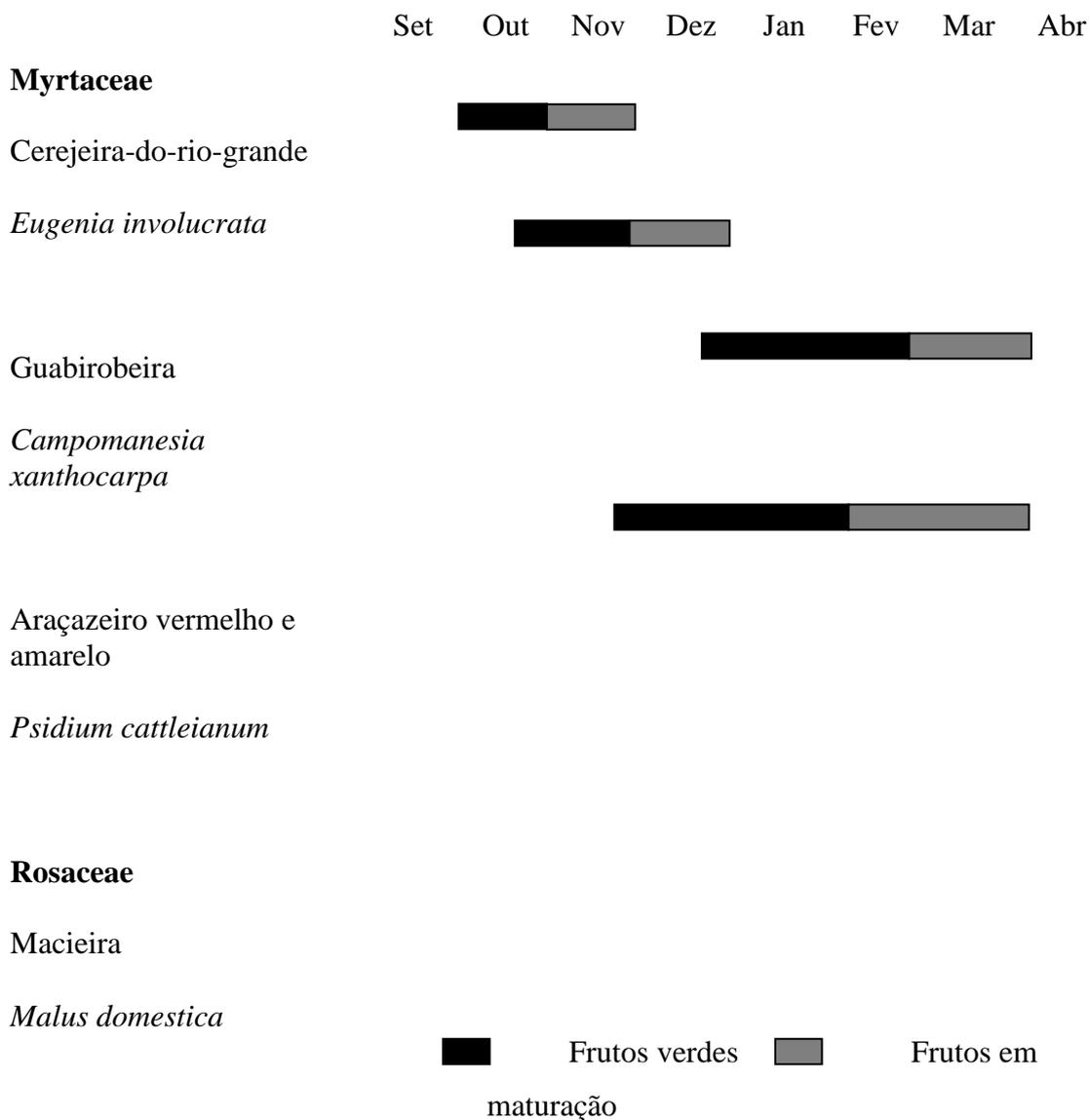


Figura 1- Fenologia de frutificação da macieira e dos principais hospedeiros multiplicadores da mosca-das-frutas sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em Caçador, Santa Catarina, Brasil.

Dissimilaridade genética entre genótipos de romã oriundos do Norte do Paraná

Gabriel Danilo Shimizu¹ & Thais Cristina Morais Vidal¹

¹ Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Londrina, PR, Brasil. gabrield.shimizu@gmail.com

¹ Universidade Norte do Paraná, Rua Marselha, 183 Jardim Piza, Londrina-PR, Brasil CEP 86041-140, thaiscmorais@yahoo.com.br

Resumo

O cultivo comercial da romã no Brasil apresenta grande potencial, entretanto as cultivares nacionais são pouco estudadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a dissimilaridade genética de romãs em um pomar comercial no norte do Paraná-Brasil. Foram utilizados cinco genótipos: cultivar Valenciana, RJ (romã de jardim - *Punica nana*), SHI1CX, SHI2UV e SHI3ES. Analisou-se o diâmetro longitudinal (DL), diâmetro equatorial (DE) e a massa fresca total (MTF) dos frutos, as massas frescas da casca (MFC), do arilo (MFA) e das sementes (MFS), rendimento de suco (RS), produtividade estimada (PE), sólidos solúveis totais (SST), relações MFC MFA⁻¹ e MFS MFA⁻¹, altura da coroa (HCO), diâmetro da coroa (DCO), número de pontas da coroa (NPCO) e porcentagem de casca + membranas internas (PCM). Maiores MTF, DL e DE ocorreram na romã Valenciana, com 381,7 g, 8,8 cm e 9,1 cm; e menores valores na RJ, com 130,7 g, 6,0 cm e 6,2 cm, respectivamente. O mesmo ocorreu com MFC e MFA, com 179,3 g e 210,0 g na Valenciana e 65,7 g e 61,3 g para RJ. A RJ apresentou RS e SST inferiores aos demais genótipos (18 mL e 10,5 °Brix), além de apresentar maiores relações de MFC MFA⁻¹ (1,1) e MFS MFA⁻¹ (0,7). Os genótipos SHI2UV e Valenciana apresentaram maiores PE (27.514,8 kg ha⁻¹ e 24.454,9 kg ha⁻¹). SHI1CX apresentou o maior DCO (3,8 cm), e a RJ os menores valores (1,5 cm). SHI1CX apresentou a menor HCO, com 0,7 cm. Não houve diferença significativa para NPCO, PCM e MFS entre nenhum dos genótipos. A análise multivariada, evidenciou a formação de três grupos, sendo o grupo 1 (RJ), grupo 2 (SHI1CX) e grupo 3 (SHI2UV, SHI3ES e Valenciana). A menor distância genética foi de 1,098 entre SHI2UV e SHI3ES e a maior foi de 3,37 entre a Valenciana e RJ.

Palavras-chave: *Punica granatum*; Valenciana; potencial produtivo, caracterização morfológica, caracterização química.

Abstract

Genetic dissimilarity among pomegranate genotypes from Northern Paraná.

The commercial exploitation of the pomegranate in Brazil presents great potential. However, the national cultivars are little studied. The objective of this work was to evaluate the genetic dissimilarity of pomegranates of a commercial orchard in the north of Paraná-Brazil. Five genotypes were used: cultivar Valenciana, RJ (garden pomegranate - *Punica nana*), SHI1CX, SHI2UV and SHI3ES. The linear diameter (DL), equatorial diameter (OD) and total fresh mass (MTF) of fruits, fresh bark masses (MFC), aryl (MFA) and seeds (SFM), juice yield (SCO), MFC MFA⁻¹ and MFS MFA⁻¹ ratios, crown height (HCO), crown diameter (DCO), number of crown tips (NPCO) and percentage of bark + internal membranes (PCM). Major MTF, DL and DE occurred in the Valencian pomegranate, with 381.7 g, 8.8 cm and 9.1 cm; and lower values in RJ, with 130.7 g, 6.0 cm and 6.2 cm, respectively. The same occurred with MFC and MFA, with 179.3 g and 210 g in Valenciana and 65.7 g and 61.3 g in RJ. RJ presented RS and SST inferior to the other genotypes (18 mL and 10.5 °Brix), besides showing higher MFC MFA⁻¹ (1.1) and MFS MFA⁻¹ (0.7) ratios. The SHI2UV and Valenciana genotypes showed higher PE (27,514.8 kg ha⁻¹ and 24,454.9 kg ha⁻¹). SHI1CX presented the highest DCO (3.8 cm), and the RJ had the lowest values (1.5 cm). SHI1CX presented the lowest HCO, with 0.7 cm. There was no significant difference for NPCO, PCM and MFS between any of the genotypes. The multivariate analysis revealed the formation of three

groups, being group 1 (RJ), group 2 (SHI1CX) and group 3 (SHI2UV, SHI3ES and Valenciana). The lowest genetic distance was of 1,098 between SHI2UV and SHI3ES and the highest was 3.37 between 'Valenciana' and RJ.

Keywords: *Punica granatum*; Valenciana, productive potential, morphological characterization, chemical characterization.

Introdução

A romã (*Punica granatum* L.) é originária da região que abrange desde o Irã até o Himalaia, a noroeste da Índia (Santos et al., 2013). Trata-se de uma fruta de clima temperado, que se desenvolve bem sob clima tropical ou subtropical.

A romãzeira é cultivada de forma ornamental e comercial, apesar de sua pouca expressão comercial (Cardoso et al., 2010). No Brasil, a safra ocorre no período entre setembro e fevereiro (Martins, 2003), entretanto não há impedimento para que ocorra produção também no período de entressafra.

A diversidade de genótipos de romã é imensa, porém, estudos relacionados à seleção e caracterização dos materiais genéticos são recentes. No mundo, são relatadas mais de 500 variedades de romã, mostrando a riqueza genética existente e a possibilidade de obtenção de novas cultivares que satisfaçam às demandas dos diferentes setores, além de apresentarem adaptação aos diversos tipos de solo e clima (IPGRI, 2001).

Assim, os principais países produtores de romã, como Israel, Espanha e Tunísia vêm realizando diversos estudos com o objetivo de caracterizar geneticamente e morfológicamente as diferentes variedades disponíveis (Singh et al., 2015; Ophir et al., 2014; Verma et al., 2010).

Na Espanha, se distinguem tradicionalmente dois grandes grupos varietais de interesse comercial, as 'Valencianas' e as 'Mollares' (Melgarejo, 1993). Contudo, para uma mesma variedade, é possível observar variações fenotípicas, tal como ocorre com a variedade Mollar de Elche, que devido à sua ampla difusão, ocasionou uma confusão nomeando outras variedades como sendo essa mesma. O mesmo acontece com a variedade Wonderful, que atualmente apresenta grande variabilidade genética, ocasionando muitos "tipos de Wonderful", com características e rendimentos muito variáveis (Moreno & Valero, 1992).

A busca por novas técnicas de cultivo e investimento em pesquisa e desenvolvimento, bem como a utilização de variedades que apresentem frutos que apresentem características agradáveis ao consumidor, principalmente quanto à coloração interna e externa, tamanho e elevados padrões de qualidade, bem como a cooperação em matéria de investigação, desenvolvimento e intercâmbio de conhecimentos são os primeiros passos para a melhoria na cadeia produtiva da romã (Blumenfeld et al., 2000).

As características físicas dos frutos, principalmente em relação à aparência externa, tamanho, forma e cor da casca, além das características físico-químicas relacionadas ao sabor, odor, textura e valor nutritivo, são atributos de qualidade exigidos para a comercialização e utilização da fruta na elaboração de produtos industrializados (Chitarra & Chitarra, 2005), constituindo parâmetros primordiais avaliados pelos consumidores, para definir padrões de qualidade para a comercialização (Oliveira et al., 1999). Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar genótipos de romã com potencial para cultivo na região sul do Brasil, através das características físicas, químicas e morfológicas dos frutos.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em um pomar comercial localizado no município de Assaí-PR. A área experimental encontra-se na latitude 23°22'26,3"S e longitude 50°52'37,6"W, onde predomina solo Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006), clima Cfa, e altitude média de 650 m. A temperatura média máxima é de 23,6 °C e mínima é de 16,6 °C, com temperatura média anual de 20,7 °C. A umidade relativa média é de 70% e a precipitação média anual é de 1600 mm, com concentração de chuvas na primavera e verão (IAPAR, 2017).

O espaçamento de plantio foi de 4,5 m entre linhas e 2,0 m entre plantas, totalizando 1111 plantas ha⁻¹. No pomar são cultivadas romãs da variedade ‘Valenciana’. Entretanto, dentro do mesmo pomar foram observadas variações morfológicas em algumas plantas, que mostravam variações nos frutos. Assim, buscando estudar as diferenças físicas, químicas e morfológicas de genótipos de romã em cultivo comercial, foram comparados três genótipos não identificados com a RJ (romã de jardim - *Punica nana* L.) e a ‘Valenciana’. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos, sendo eles os genótipos ‘Valenciana’ (Figura 1E), RJ (Figura 1C), SHI1CX (Figura 1A), SHI2UV (Figura 1D), SHI3ES (Figura 1B).

Os genótipos foram nomeados com as três primeiras letras, indicando o nome da propriedade (Sítio Shimizu), o número e as demais letras indicam a localização das plantas na propriedade (CX – próximo à caixa d’água; UV – próximo ao pomar de uva; ES – próximo à estrada principal).

As variáveis analisadas foram diâmetro longitudinal (DL), diâmetro equatorial (DE) e massa fresca total (MTF) dos frutos, massas frescas da casca (MFC), do arilo (MFA) e das sementes (MFS), rendimento de suco (RS), produtividade estimada (PE), sólidos solúveis totais (SST), relação entre MFC e MFA ($MFC MFA^{-1}$), relação entre MFS e MFA ($MFS MFA^{-1}$), altura da coroa (HCO), diâmetro da coroa (DCO), número de pontas da coroa (NPCO) e porcentagem de casa + membranas internas (PCM). As análises foram realizadas em triplicada, quando os frutos dos diferentes genótipos encontravam-se em plena maturação.

As avaliações de DT, DE, HCO e DCO foram realizadas com o uso de paquímetro digital (marca MTX®), e expressos em milímetros. As massas MTF, MFC, MFA e MFS, expressas em g, foram mensuradas com o auxílio de balança semi-analítica eletrônica (precisão de 0,1 g). O RS foi quantificado individualmente, em pipeta volumétrica, e expresso em mL. Os teores de Sólidos Solúveis Totais (SST, expressos em °Brix) foram aferidos com o auxílio de refratômetro analógico (Marca Atago). A produtividade foi estimada com base nos valores de peso dos frutos, número de frutos por planta e densidade de plantio.

Os resultados das características físico-químicas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), com auxílio do software R (R Core Team, 2016). Os pressupostos de normalidade de distribuição de dados e homogeneidade de variância foram testados através dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett ao nível de significância de 5%.

Com base nos resultados das características dos genótipos, foi efetuado, mediante ao método de agrupamento UPGMA - Unweighted Pair Grop Method uith Arithmetic Mean (Sneath & Sokal, 1973) a construção do dendograma de dissimilaridade, sendo calculado o coeficiente de correlação cofenético (CCC) para indicar o grau de ajuste entre a matriz de similaridade original e a matriz resultante da simplificação proporcionada pelo método de agrupamento, conforme proposto por Sokal & Rohlf (1962). Assim, quanto mais próxima de 1, menor a distorção pelo método de agrupamento e melhor o método adotado.

Resultados e Discussão

Os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância foram atendidos. Pela análise de variância (teste F), observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) para todas as características avaliadas, exceto para as variáveis NPCO e PCM.

Para as características MTF, DL e DE do fruto, os maiores valores foram observados na variedade ‘Valenciana’, com médias de 381,7 g, 8,8 cm e 9,1 cm, respectivamente; e os menores valores foram resultados dos frutos da RJ, com 130,7 g, 6,0 cm e 6,2 cm (Tabela 1). O mesmo foi observado para MFC e MFA, que foram maiores na romã Valenciana (179,3 g e 210 g, respectivamente) e menores na RJ (65,7 g e 61,3 g).

Santos et al. (2013) observaram valores médios de peso de frutos de genótipos de romã encontrados nos municípios de Cruz das Almas e Castro, BA, variando de 33,04 a 136,20 g, enquanto que Tehranifar et al. (2010), relataram valores entre 196,89 a 315,18 g.

Quanto às características da coroa, os maiores DCO foram encontrados no genótipo SHI1CX, sendo que a RJ apresentou os menores DCO. Contudo, SHI1CX apresentou menores HCO, enquanto que na variável NPCO não houve diferença estatística para nenhum dos genótipos estudados (Tabela 1).

Para o RS foi observado que a RJ apresentou menor rendimento que os demais genótipos. Os genótipos ‘Valenciana’ e SHI2UV apresentaram os maiores teores de suco, com 117,3 e 111,0 mL, respectivamente (Tabela 2). De acordo com Lira Junior et al., (2005), é considerado como um atributo de qualidade especialmente para os frutos destinados à elaboração de produtos, cujo valor mínimo exigido pelas indústrias processadoras é de 40 %.

O teor de SST variou de 10,5 a 13,2° Brix, sendo que os menores teores foram encontrados na RJ, em relação aos demais genótipos (Tabela 2). Os resultados corroboram com os obtidos por Silva et al (2015), Santos et al. (2013), Sadeghi (2010), que encontraram teores de sólidos solúveis totais variando entre 7,8 e 16,32 °Brix, em estudos com caracterização química de romãs. Entretanto, Al-Maiman & Ahmad (2002) encontraram teores de 16,8 °Brix em frutos de romã até sua completa maturação.

As relações MFC MFA⁻¹ e MFS MFA⁻¹ apresentaram maiores valores na RJ, com 1,1 e 0,7, respectivamente, demonstrando que essa espécie apresenta maior quantidade de casca em relação ao arilo, e sementes maiores quando comparada com a proporção de arilo nos frutos.

Quanto à variável PCM, não é observada diferença significativa, com valores médios de 43,73% (Tabela 2). Segundo Sánchez & Barrachina (2012), cerca de 50% do peso total da romã correspondem à casca e às membranas carpelares e parte comestível da romã representa perto de 50% do peso total da fruta e, por sua vez, consiste em 80% de arilo (parte carnuda) e 20% de semente.

Por fim, para a característica produtividade, as variedades ‘Valenciana’ e SHI2UV, apresentaram maiores produtividades estimadas, com 24.454,9 e 27.514,8 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2). Segundo MMRAM (2009), a produtividade média mundial é de 10.600 kg ha⁻¹, contudo, na Espanha há relatos de pomares com produtividade alcançando 30.000 kg ha⁻¹. Além disso, segundo Moreno (2012), existem genótipos com capacidade de produzir até 40.000 kg ha⁻¹ de frutos.

O coeficiente de correlação cofenético (CCC) entre a matriz de distância genética e a matriz de agrupamento foi positivo, com valor de 0,934%, considerado eficientes na representação gráfica dos contrastes entre os genótipos avaliados (Vaz Patto et al., 2004).

A variável que mais contribuiu para a dissimilaridade genética e para a formação dos grupos foi o peso (46,23%), seguida da relação semente arilo⁻¹ (36,56%) e da relação casca arilo⁻¹ (11,03%). Contudo, as variáveis que menos contribuíram foram o peso da casca (0,0002%) e o número de pontas da coroa (0,0005%) (Tabela 3).

A partir das características físicas, químicas e morfológicas, foi elaborado o dendograma de dissimilaridade genética (Figura 2). Assim, foi definido o ponto de corte e a similaridade genética média de 62,6 entre todos os genótipos, verificando-se a formação de três grupos, sendo o grupo 1 (*Punica nana*), grupo 2 (SHI1CX) e o grupo 3 (SHI2UV, SHI3ES e Valenciana). A menor distância genética verificada foi de 1,098 entre os genótipos SHI2UV e SHI3ES, e a maior distância genética verificada foi de 3,37 entre os genótipos ‘Valenciana’ e romã de jardim, em função da diversidade em nível de espécie.

Conclusão

Os genótipos estudados apresentaram variabilidade, demonstrando a necessidade de estudos aprofundados na seleção de materiais genéticos com alto potencial para exploração comercial no Brasil.

Os genótipos SHI2UV e Valenciana apresentaram as maiores produtividades estimadas.

Todos os genótipos apresentaram maiores teores de SST, quando comparados à romã de jardim.

Através da análise multivariada, foi observada a formação de três grupos, sendo o grupo 1 (*Punica nana*), o grupo 2 (SHI1CX) e o grupo 3 (SHI2UV, SHI3ES e Valenciana).

Referências

- Al-Maiman, S.A., & Ahmad, D. 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. *Food Chemistry*, 76(4), 437-441.
- Blumenfeld, A.; Shaya, F. & Hillel, R. 2000. Cultivation of pomegranate. *Options Méditerranéennes Ser. A* 42:143-147.
- Cardoso, J., Silva, J., Martins, M., Cesar, R., Lima, F. & Vidal, D. 2010. Ocorrência e controle químico da antracnose em plantio comercial da romãzeira no estado do Ceará. In: Embrapa Agroindústria Tropical-Artigo em anais de congresso. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura.
- Chitarra, A.B. & Chitarra, M.I.F. 2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2ª edição, 785p.
- Lira Júnior, J.S. de, dos Santos Musser, R., Melo, E. de A., Maciel, M.I.S., Lederman, I.E. & dos Santos, V.F. 2005. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias* spp.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 25(4):757-761.
- IPGRI. 2001. Regional report CWANA 1999–2000 (International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy) <www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/821.pdf>.
- Martins, E. 2003. Plantas medicinais. Viçosa: UFV, p.162-163.
- Melgarejo, P. 1993. Selección y tipificación varietal de granado (*Punica granatum* L.). Tese de Doutorado. Thesis Doctoral. UPV, Valencia.
- Moreno, P.M. & Valero, R.M. El granado. Mundi-Prensa, 1992.
- Moreno, P.M. 2012. Conferencia general: el granado, su problemática y usos. El granado. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, Espana. p.7-25.
- Oliveira, M.E.B.; Bastos, M.S.R.; Feitosa, T.; Branco, M.A.A.C. & Silva, M.G.G. 1999. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 19(3):326- 332.
- Ophir, R., Sherman, A., Rubinstein, M., Eshed, R., Schwager, M.S., Harel-Beja, R. & Holland, D. 2014. Single-nucleotide polymorphism markers from de-novo assembly of the pomegranate transcriptome reveal germplasm genetic diversity. *PLoS One*, 9(2).
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (<https://www.R-project.org/>. 2016).
- Sadeghi, H. 2010. Physical and chemical characteristics of four native pomegranate cultivars in Mazandaran province of Iran. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8(2):570-572.
- Sánchez, A.C. & Barrachina, A.A.C. 2012. A fruta romã cultivada em Espanha: Punicalagina antioxidante do sumo de romã e o extrato de romã, na alimentação funcional do futuro. Universidade Miguel Hernández, Departamento Tecnologia Agroalimentar. Espanha. p.82.
- Santos, J da S., Oliveira, V.D. dos S; Brito, N.M. & Santos, A.V.J. 2013. Qualidade física de frutos de romã proveniente de Cruz das Almas e Castro Alves. *Textura* 6(12): 111-117.
- Silva, I.M.B.R., Rocha, R.H.C., Souza Silva, H., Santos Moreira, I., Sousa, F.D. A. & Paiva, E.P. 2015. Qualidade e vida útil pós-colheita de romã ‘Molar’orgânica produzida no semi-árido paraibano. *Semina: Ciências Agrárias* 36(4):2555-2564.

- Singh, N.V., Abburi, V.L., Ramajayam, D., Kumar, R., Chandra, R., Sharma, K.K. & Saminathan, T. 2015. Genetic diversity and association mapping of bacterial blight and other horticulturally important traits with microsatellite markers in pomegranate from India. *Molecular Genetics and Genomics*, 290(4):1393-1402.
- Sneath, P.H.A & Sokal RR. 1973. Numerical taxonomy. Freeman, San Francisco.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1962. The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon* 11(1):30-40.
- Solos. 2006. Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro.
- Vaz Patto, M.C., Satovic, Z., Pêgo, S. & Fevereiro, P. 2004. Assessing the genetic diversity of Portuguese maize germplasm using microsatellite markers. *Euphytica* 137:63-72.
- Verma, N., Mohanty, A. & Lal, A. 2010. Pomegranate genetic resources and germplasm conservation: a review. *Fruit Vegetable Cereal Sci Biotechnol* 4(2):120-125.

Tabela 1 - Média das variáveis analisadas na caracterização de cinco genótipos de romã: massa fresca total (MFT), diâmetro equatorial (DE) e diâmetro longitudinal dos frutos (DL), largura (LACO), altura (ALCO) e número de pontas da coroa (NPDCO), massas frescas da casca (MFC) e do arilo (MFA). Assaí-PR, 2016.

Genótipo	MFT (g)	DE (cm)	DL (cm)	LACO (cm)	ALCO (cm)	NPDCO (un.)	MFC (g)	MFA (g)
RJ	130,7 c	6,2 c	6,0 d	1,5 c	2,2 a	6,7 a	65,7 c	61,3 c
Valenciana	381,7 a	9,1 a	8,8 a	2,5 b	2,6 a	6,0 a	179,3 a	210,0 a
SHI1CX	282,0 b	8,4 b	6,9 c	3,8 a	0,7 b	7,3 a	114,7 b	165,0 b
SHI2UV	291,3 b	8,3 b	7,8 b	2,2 b	2,3 a	6,0 a	115,0 b	174,7 b
SHI3ES	261,0 b	8,3 b	7,4 c	2,1 b	2,2 a	6,3 a	102,7 b	156,0 b
CV (%)	10,27	4,33	4,94	9,54	10,92	9,78	15,58	12,33

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Tabela 2 - Média das variáveis analisadas na caracterização de cinco genótipos de romã: rendimento de suco (RS), sólidos solúveis totais (SST), massa fresca da semente (MFS), produtividade estimada (PE), relação entre MFC e MFA ($MFC MFA^{-1}$), e entre MFS e MFA ($MFS MFA^{-1}$) e porcentagem de casca + membrana (PCM). Assaí-PR, 2016.

Genótipo	RS (mL)	SST (°Brix)	MFS (g)	PE (kg.ha ⁻¹)	$MFC MFA^{-1}$ (g g ⁻¹)	$MFS MFA^{-1}$ (g g ⁻¹)	PCM (%)
RJ	18,0 c	10,5 b	42,7 a	13453,8 b	1,1 a	0,7 a	50,42 a
Valenciana	117,3 a	12,2 a	86,7 a	24454,9 a	0,9 b	0,4 b	47,32 a
SHI1CX	91,3 b	11,7 a	68,0 a	10026,7 c	0,7 b	0,4 b	41,24 a
SHI2UV	111,0 a	12,6 a	58,7 a	27514,8 a	0,7 b	0,3 b	39,93 a
SHI3ES	92,3 b	13,2 a	60,0 a	13630,0 b	0,6 b	0,4 b	39,75 a
CV (%)	15,05	6,08	18,76	10,55	12,08	10,72	18,93

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Tabela 3 - Valor da contribuição relativa (%) e diversidade (S.J) das características físicas, químicas e morfológicas de cinco genótipos de romã, provenientes do norte do Paraná.

VARIÁVEL	S.J	Valor da contribuição relativa (%)
Massa fresca Total	3018295736	46,2313
Diâmetro equatorial	549378	0,0080
Diâmetro longitudinal	292014	0,0045
Largura da Coroa	310604	0,0048
Altura da Coroa	262321	0,0040
Número de pontas da coroa	29490,24	0,0005
Massa fresca da casca	15325	0,0002
Massa fresca do arilo	116254	0,0018
Rendimento de suco (ml)	97227	0,0040
Sólidos solúveis totais	69534	0,0011
Massa fresca das sementes	65624	0,0010
Relação entre MFC e MFA	720384490	11,0342
Relação entre MFS e MFA	2386896189	36,5602
Porcentagem casca + membrana	401077408	6,1433

Fonte: SINGH 1981; Cálculo feito com médias não padronizadas.

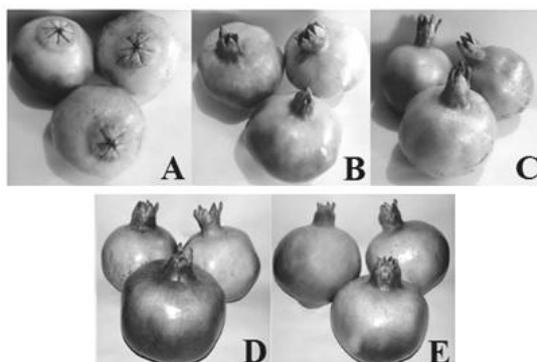


Figura 1 – Detalhes do visual dos genótipos de romã encontrados na propriedade comercial no Norte do Paraná. SHI1CX (A), SHI2ES(B), *Punica nana* (C), SHI3UV (D), Valenciana (E). Assaí-PR, 2016.

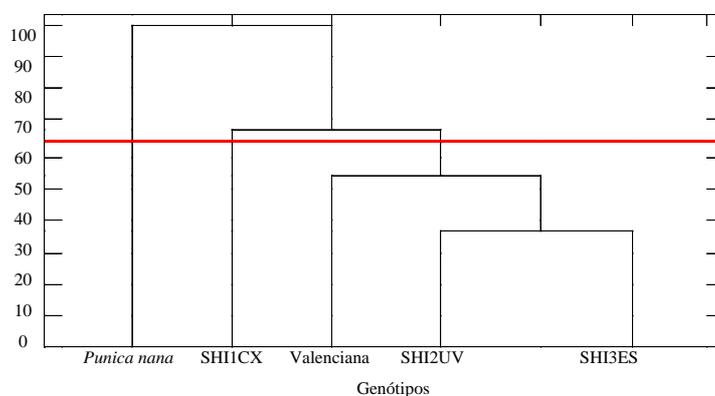


Figura 2 - Dendrograma de dissimilaridade entre cinco genótipos de romã provenientes do município de Assaí, Paraná. CCC= 0,934.

Variabilidade de frutos de bacurizeiro em diferentes procedências do estado do Pará

Wallace José Carvalho Mendes, Brenda Karina Rodrigues da Silva, Dêmora Gomes de Araujo, Antonia Benedita da Silva Bronze, Denise Siqueira Pereira, Thayane Ferreira Miranda, Arthur Simões Taverny, Socorro Taynara Braga Cristo & Michelle Sousa Borges

¹Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, Brasil, wacemendes2@gmail.com.

Resumo

A caracterização física dos frutos é de grande importância quando se refere à determinação da variabilidade genética de uma espécie que pode subsidiar programas de melhoramento genético. Este trabalho teve por objetivo, avaliar a caracterização agrônômica de frutos de bacurizeiro, oriundos de populações naturais de diferentes procedências, visando à seleção de matrizes em áreas com potencial produtivo. Os frutos foram coletados em diferentes localidades dos municípios do Estado do Pará no período de janeiro a março de 2016, período da safra, e avaliados as seguintes características: Massa do fruto (MF); Diâmetro do fruto (DF); Comprimento do fruto (CF); Rendimento de polpa (RP); Número de segmentos partenocárpicos (NSP); Número de sementes (NS); Teor de sólidos solúveis (TSS), pH, Acidez total titulável (ATT) e a relação TSS/ATT. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos (procedências) em cinco repetições. Os dados foram avaliados no programa ASSISTAT 7.7 Beta, submetidos à análise de variância Anova, as médias obtidas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos apresentaram alta variação nos caracteres agrônômicos, destacando-se os frutos das matrizes do município de Marudá, Cametá e Vigia, o qual apresentou as maiores médias para massa do fruto e rendimento de polpa. Na avaliação química, a relação TSS/ATT, o município de Belém apresentou a maior média estatística, de 2,66 variável está fundamental quando visa o mercado de frutas frescas ou processadas. Os frutos oriundos do município de Marudá apresentaram alta variação nas características agrônômicas, permitindo assim a realização de uma provável seleção de matrizes para propagação e comercialização no estado do Pará.

Palavras-chave: *Platonia insignis* Mart., caracterização, seleção, fruta amazônica, fruto tropical, acidez.

Abstract

Variability of *Platonia insignis* Mart. fruits from different origins of Pará State.

The physical characterization of the fruits is of great importance when it refers to the determination of the genetic variability of a species that can subsidize breeding programs. The objective of this work was to evaluate the agronomic characterization of fruits of *Platonia insignis* Mart. from natural populations of different origins, aiming the selection of matrices in areas with productive potential. The fruits were collected in different localities of the municipalities of the State of Pará from January to March of 2016, period of the harvest, and evaluated the following characteristics: Fruit mass (MF); Diameter of the fruit (DF); Fruit length (CF); Pulp yield (RP); Number of parthenocarpic segments (NSP); Number of seeds (NS); Soluble solids content (TSS), pH, Titratable Total Acidity (ATT) and TSS / ATT ratio. The experimental design was a completely randomized design with six treatments (provenances) in five replicates. The data were evaluated in the ASSISTAT 7.7 Beta program, submitted to the analysis of variance Anova, the means obtained by the Tukey test at the 5% probability level. The treatments showed high variation in the agronomic characteristics, especially the fruits of the matrices of the municipality of Marudá, Cametá and Vigia, which presented the highest averages for fruit mass and pulp yield. In the chemical evaluation, the TSS / ATT ratio, the municipality of Belém presented the highest statistical mean, of 2.66 variable is fundamental when it targets the fresh or processed fruit market. The fruits from the municipality of Marudá showed high variation in the agronomic characteristics, thus allowing the realization of a probable selection of matrices for propagation and commercialization in the state of Pará.

Keywords: *Platonia insignis* Mart., characterization, selection, Amazonian fruit, tropical fruit, acidity.

Introdução

O bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) pertencente à família *Clusiaceae*, subfamília *Clusioideae* é uma espécie madeireira e frutífera nativa da Amazônia oriental brasileira, cujas áreas de ocorrência abrangem os Estados do Pará, Maranhão, Piauí, Goiás e Mato Grosso, alcançando também o Paraguai (Cavalcante, 1996), e produz um dos frutos mais consumidos e apreciados dentre os frutos da Amazônia, o bacuri (Ferreira et al., 1987).

O bacuri é uma baga volumosa, ovoide ou subglobosa, de peso variável entre 200 e 1000 g. A polpa é branco-cremosa, com odor e sabor agradáveis, engloba, em geral, três sementes, que também são comestíveis (Chitarra&Chitarra, 2005). É um fruto não-climatérico, portanto só amadurecem quando estiverem ligados à planta. Depois de colhidos, não modificam suas características sensoriais e nutricionais, embora leve amolecimento e perda de coloração verde possam ocorrer (Teixeira et al., 2005).

Segundo Souza et al.(2007), o fruto do bacurizeiro é uma espécie promissora para a economia, por apresentar possibilidade de usos múltiplos. A polpa desse fruto geralmente é consumida in natura pelas populações da Amazônia e de parte do Nordeste do Brasil, devido ao seu sabor e ao aroma peculiar é bastante utilizado na agroindústria de polpa, sorvetes, cremes, geleias, doces e compotas. Embora a polpa seja o principal produto do bacurizeiro é possível extrair óleo das sementes, servindo de matéria-prima nas indústrias de sabão, perfumaria, cosméticos, e ainda, na alimentação animal (Souto et al., 2006).

A produção de bacuri é comercializada principalmente na Central de Abastecimento do Pará S.A. (CEASA) e feiras livres de Belém, PA, São Luís, MA e Teresina, PI, e não tem sido suficiente para atender à demanda crescente do mercado consumidor dessas capitais (Aguiar et al., 2008).

Na Amazônia é onde se concentra a maior diversidade genética do bacuri, são encontradas populações naturais de bacurizeiros com variação na forma e tamanho dos frutos, rendimento, qualidade de polpa, produtividade, dentre outras características agrônômicas (Villachica et al., 1996). Portanto, para Carvalho et al. (2003) a caracterização física dos frutos é grande relevância quando se refere à determinação da variabilidade genética de uma espécie, auxiliando em programas de melhoramento genético, bem como sua relação com os fatores ambientais. As características físicas podem apresentar variações não somente em função do estado de maturação do fruto, mas também em função do tipo do fruto (Duque, 1973).

Diante do exposto o trabalho teve por objetivo realizar a caracterização física e química de frutos de bacuri, oriundos de populações naturais de diferentes municípios do Estado do Pará, visando à seleção de potenciais matrizes para propagação e comercialização.

Material e métodos

Os frutos de bacurizeiros foram coletados em diferentes localidades do estado do Pará, tais como: município de Colares, Cametá, Santarém Novo, Belém, Vigia e Marudá no período de janeiro a março de 2016, correspondendo ao período da safra. As caracterizações foram realizadas três dias após a coleta. Os frutos foram transportados em caixas de polipropileno para o Centro de Tecnologia Agropecuária da Universidade Federal Rural da Amazônia – Belém, Pará, onde foram higienizados para eliminar resíduos de colheita.

Foram avaliadas as seguintes características morfoagronômicas utilizando a metodologia adaptada de Aguiar et al.(2008) para: massa do fruto (MF), determinada por meio da pesagem em balança semi-analítica, expresso em (g); diâmetro do fruto (DF); comprimento do fruto (CF); sendo que o DF compreendeu a distância entre as cicatrizes do pedúnculo e do estigma, o CF medido na porção mais larga do fruto, e seus valores transformados para (cm), segundo metodologia de Neto et al. (2004); número de sementes (NS); segmentos partenocárpico(SP), fez-se o corte horizontal no

fruto para a verificação da quantidade de sementes, bem como o número de carpelos sem sementes devido ao abortamento destes; rendimento da polpa (RP), obtido por meio da relação entre a massa da polpa e a massa do fruto multiplicado por 100; sólidos solúveis totais (SST), avaliado por meio do refratômetro digital cuja unidade de medida é expressa em (°Brix), na escala de 0 a 32 °Brix, diluindo 0,5 g de polpa em 2,5 g de água destilada, onde foi homogeneizada e filtrada em papel-filtro colocando uma gota de sucodiretamente no leitor óptico conforme a metodologia recomendada pela AOAC (1995); acidez total titulável (ATT) foi determinada por titulometria, usando NaOH a 0,1 N e fenolftaleína como indicador, sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico; o pH foi medido com um potenciômetro digital, diretamente na polpa logo após o processamento expresso em unidades, e a relação SST/ATT, obtida pelo quociente entre SST e ATT.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos (frutos das diferentes procedências) em cinco repetições, com dez frutos, totalizando 50 frutos por tratamento. Os dados foram avaliados no programa ASSISTAT 7.7 Beta, submetidos a análise de variância Anova, quando constatada a significância pelo teste *F*, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Segundo os resultados da análise de variância, o valor pelo teste *F* foi significativo entre os tratamentos para todas as outras características, evidenciando a presença de variabilidade entre os indivíduos das diferentes procedências.

Para a massa do fruto do bacuri houve diferença significativa, de 295,53 a 497,47 g. Conforme a análise estatística, os frutos provenientes de Marudá e Cametá destacaram-se estatisticamente dos demais, com resultados de 497,47 e 388,80 g, respectivamente (fig. 1). As médias das procedências que se destacaram para os bacuris avaliados, foi superior à encontrada por Aguiar et al. (2008), os quais relatam genótipos com média de 275,60 g de massa do fruto na Região do Meio Norte. Condizendo ao quantificado por Neto et al. (2004), estudando matrizes de frutos de bacuri do Estado do Pará, com peso médio de 348,6 g.

Porém, segundo Aguiar et al. (2008) o peso médio é uma característica importante entre os aspectos físicos dos frutos, no entanto, não é essencial para o mercado in natura, visto que o consumidor visa outras singularidades, tais como: aparência externa, cor, firmeza, aroma, sabor, entre outros fatores de qualidade do fruto.

Para a característica diâmetro do fruto (fig. 2), observou variação entre as procedências, de 7,39 cm oriundos do município de Belém a 9,59 cm do município de Marudá. Carvalho et al. (2003) estudando um tipo de bacuri com rendimento industrial superior, encontraram diâmetros dos frutos semelhantes com média de 7,55 cm. Já Silva et al. (2009) observaram um diâmetro médio de 7,35 cm para frutos obtidos do Estado do Maranhão resultado este foi menor que do presente trabalho.

O comprimento do fruto variou entre 8,43 e 11,28 cm (fig. 3), os frutos avaliados de Belém e Colares apresentaram médias estatísticas superiores aos demais, com médias de 11,28 e 10,88 cm, respectivamente. Villachica et al. (1996) obtiveram valores inferiores, de 5,5 a 10,5 cm.

Esses resultados corroboram com os obtidos por Aguiar et al. (2008), onde os diâmetros encontrados para todas as procedências, apresentaram valores inferiores em relação aos comprimentos, divergindo dos materiais genéticos, onde esses valores são semelhantes, e por isso os frutos de bacuri apresentam formas mais ovoides.

O rendimento percentual de polpa variou de 9,35 a 13,85%. Com destaque para os frutos das procedências de Marudá com 13,85%, Vigia 13,58% e Cametá apresentando 11,52% (fig. 4), onde obtiveram a maior percentagem de polpa, e Belém o menor rendimento de polpa com 9,35%. Carvalho et al. (2003) obtiveram um rendimento de polpa de 27,7% de um tipo de fruto de bacuri com rendimento industrial superior, resultado estes sendo maior até da procedência que apresentou a maior média estatística neste trabalho.

Em relação ao número de segmentos partenocárpicos (fig.5), Marudá apresentou média de 2,50 (unidades/frutos), seguido de Belém 2,10 (unidades/frutos) e Cametá 1,90 (unidades/fruto). Os valores encontrados para essa variável ficaram abaixo dos valores citados por Souza et al. (2001) que relataram média de 2,64 e 2,59 (unidades/frutos) para os estados do Piauí e Maranhão, respectivamente. Essa característica tem relação direta com o rendimento percentual de polpa, pois quanto maior foi o número de segmentos partenocárpicos, maior rendimento de polpa dos frutos.

Conforme se pode observar na fig. 6, Marudá apresentou o maior número de sementes, com média de 1,73 (semente/fruto), enquanto que Vigia obteve a menor média, sendo de 1,30 sementes por frutos. Silva et al. (2009) avaliaram, em média, 2,04 (semente/fruto), e Neto et al. (2004) reportaram uma média de 3,4 sementes/fruto, resultados superiores ao obtido no presente trabalho. De acordo com Souza et al. (2001), os frutos que apresentam menor número de sementes, em geral produzem menos secções partenocárpicas, divergindo dos resultados encontrados neste trabalho.

Quanto ao teor de sólidos solúveis (fig.7), houve variação de 18,21 a 24,21 °Brix, onde as maiores médias foram observadas nas procedências de Cametá 24,21 °Brix e Marudá 23,92 °Brix. Esses valores são superiores aos relatados por Aguiar et al. (2008) que encontraram uma variação de 9,30 a 15,09 °Brix. Carvalho et al. (2002), estudando um tipo de bacuri sem sementes, relata que os bacuris com semente apresentam polpa com teor de sólidos solúveis superior a 15 °Brix atingindo até 21 °Brix, portanto os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com os materiais genéticos de bacuri com semente.

Dentre os tratamentos (procedência), os frutos que obtiveram maior acidez total titulável, foram dos municípios de Cametá e Vigia, com 13,40% de ácido cítrico, seguidos do município de Colares com valor médio de 11,43% de ácido cítrico (fig. 8). Em contrapartida, os municípios de Santarém Novo, Marudá e Belém foram obtidas as menores médias 6,33%; 6,26% e 3,56%, respectivamente.

Segundo Cavalcante (2010), os frutos são variáveis, não somente no tamanho e cor do exocarpo, mas também em nível de acidez. Alguns são bastante doces, logo, preferido para o consumo *in natura*. Contrariamente há frutos bastante ácidos, e tanto estes como os com elevado teor de sólidos solúveis, são empregados na fabricação de sorvete, suco, doce enlatado, pudins, produtos agroindustriais altamente apreciados pelos consumidores. Guimarães et al. (1992) ressaltam que dependendo do genótipo existem grandes variações para acidez total. Isso comprova a alta variabilidade de uma espécie de planta ainda em processo de domesticação.

Com relação ao pH, houve variação de 3,02 em Cametá a 3,72 em Belém (fig. 9). Tais valores estão de acordo com os observados por Carvalho et al. (2003), onde o pH ficou em torno de 3,34 e também de acordo com Nazaré (2000) que relatou valor de pH de 3,25 estudando produtos agroindustriais de bacuri, cupuaçu, graviola e açai.

Para a característica SST/ATT, o município de Belém apresentou a maior média, 5,94 (fig. 10). Segundo Aguiar et al. (2008), esta variável é fundamental quando se visa o mercado de frutas frescas ou processadas, onde a relação SST/ATT deve ser elevada. Assim, os frutos procedentes do município de Belém seriam os mais atrativos para esse mercado. De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), a relação SST/ATT é uma das melhores formas de avaliação do sabor dos frutos, a qual ocorre devido ao balanço de ácidos e açúcares.

Conclusões

O bacuri proveniente do município de Belém apresenta características físico-químicas que permitem sua utilização tanto consumo *in natura* quanto industrial. Já os frutos do município de Marudá apresentaram as melhores características físicas, pois exibiram maior número de segmentos partenocárpicos, e por consequência, maior rendimento de polpa podendo ser indicado para a agroindústria de polpa, sorvetes, cremes, geleias, doces e compotas.

Dessa forma, o trabalho contribuiu para identificação das localidades produtoras de frutos de bacurizeiros aptas para atender a demanda independentemente se será processada ou destinada ao mercado de frutas frescas.

Referências

- Aguiar, L.P., Figueiredo, R.W., Alves, R.E., Maia, G.A. & Souza, V.A.B. de. 2008. Caracterização física e físico-química de frutos de diferentes genótipos de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.). Ciência e Tecnologia de Alimentos. ISSN 0101-2061 Campinas, 28 v. 2, p.423-428, abr.-jun.
- AOAC. (1995) Official methods of analysis of the association of analytical chemistry. 16. ed. Arlington, AOAC. p. 1141.
- Carvalho, J.E.U., Nascimento, W.M.O., Müller, C.H. 2002. Características físicas e químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) sem sementes. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.24, n.2, p. 573-57518.
- Carvalho, J.E.U., Nazaré, R.F.R.N. & Nascimento, M.O. 2003. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v. 25, n. 2, p. 326-328.
- Cavalcante, P.B. 1996. Frutas comestíveis da Amazônia. 6. ed. rev. Atual. Belém: CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 279.
- Cavalcante, P.B. 2010. Frutas comestíveis da Amazônia. 7. ed. rev. Atual. Belém: CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 282.
- Chitarra, A.B.; Chitarra, M.I.F. 2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: Glossário. Lavras, UFLA, p. 256.
- Duque, G. 1973. Cultura da goiabeira. In: O Nordeste e as lavouras xerófitas. Fortaleza: BNB, p. 203.
- Ferreira, F.R., Ferreira, S.A.N., Carvalho, J.E.U. 1987. Espécies frutíferas pouco exploradas com potencial econômico e social para o Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 9, p.11-22.
- Guimarães, A.D.G., Mota, M.G.C., Nazaré, R.F.R. 1992. Coleta de germoplasma de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) na Amazônia. I. Microrregião Campos do Marajó (Soure/Salvaterra). Belém: Embrapa-CPATU, p. 23, (Boletim de Pesquisa, 132).
- Nazaré, R.F.R. de. 2000 Produtos agroindustriais de bacuri, cupuaçu, graviola e açaí, desenvolvidos pela Embrapa Amazônia Oriental. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p.27. (Embrapa Amazônia Oriental, 41).
- Neto, J.T.F., Carvalho, J.E.U., Müller, C.H. 2004. Estimativas de correlação e repetibilidade para caracteres do fruto de bacurizeiro. Ciência e Agrotecnologia, v. 28, n. 4, p. 300-305.
- Silva, R.G., Chaves, M.C.L., Arnhold, E., Cruz, C.D. 2009. Repetibilidade e correlações fenotípicas de caracteres do fruto de bacuri no Estado do Maranhão. Actasciagron. Maringá, v. 31, n. 4, p. 587-591. DOI: 10.4025.
- Souto, G.C., Gibson, C.P., Homma, A.K.O., Carvalho, J.E.U., Menezes, A.J.E.A. 2006. Manual de manejo de bacurizeiro. Belém, PA: Emater-Pará, v.1. p. 36.
- Souza, V.A.B. de, Araújo, E.C.E., Vasconcelos, L.F.L., Lima, P.S.C. 2001. Variabilidade de características físicas e químicas de frutos de germoplasma de bacuri da Região Meio-Norte do Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, v. 23, n. 3, p. 677-683.
- Souza, V.A.B., Vasconcelos, L.F.L., Araújo, E.C.E. 2007. Recursos genéticos do bacurizeiro na região Meio-Norte do Brasil. In: LIMA, M.C. organizadora. Bacuri: Agrobiodiversidade. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, São Luís, p.65-101.
- Teixeira, G.H.A., Durigan, J.F., Lima, M.A., Alves, R.E., Filgueiras, H.A.C. 2005. Postharvest changes and respiratory pattern of bacuri fruit (*Platonia insignis* Mart.) at different maturity stages during ambient storage. Acta Amazônica, 35:17-21.

Villachica, H., Carvalho, J.E.U. Müller, C.H., Diaz, S.C., Almanza, M. 1996. Frutales y hortalizas promissoras de la Amazônia. Lima, Tratado de Cooperación Amazônica. Secretaria Pró-Tempore. p.152-156, (Publicaciones, 44).

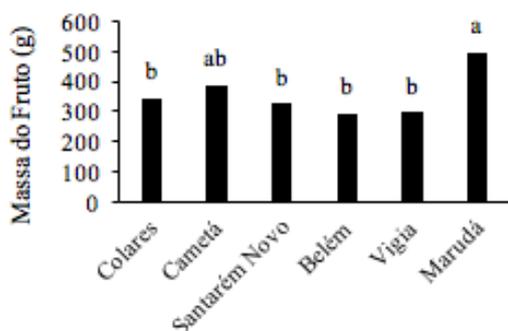


Figura 1 – Média da massa (g) dos frutos de bacurizeiros. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Com CV de 16,41%.

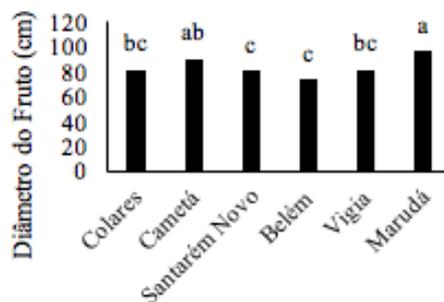


Figura 2 – Média dos diâmetros (mm) de frutos de bacurizeiros. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Com CV de 5,91%.

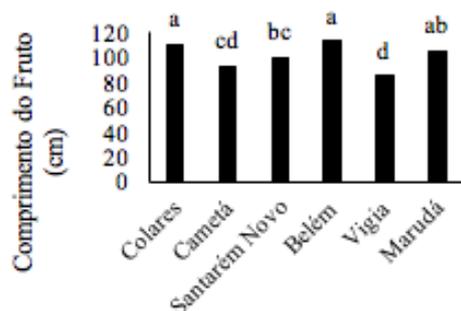


Figura 3 – Média do comprimento (mm) de frutos de bacurizeiros. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Com CV de 4,67%.

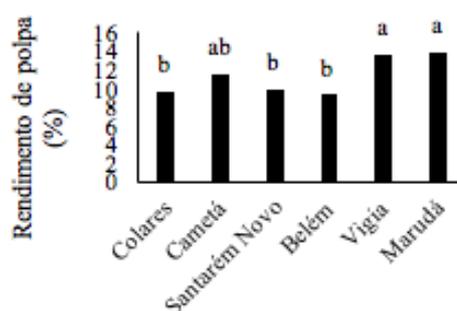


Figura 4 – Rendimento de polpa (%) de frutos de bacurizeiros. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Com CV de 13,27%.

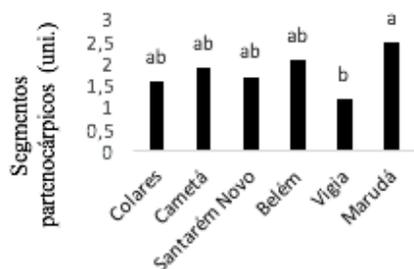


Figura 5 – Média de número de segmentos partenocárpicos de frutos de bacurizeiros. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P<0,05$). Com CV de 31,88%.

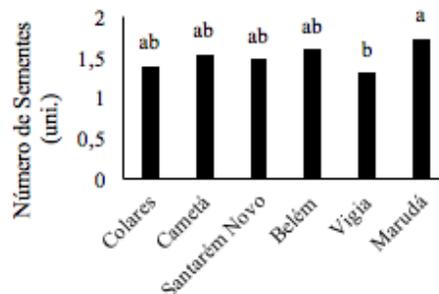


Figura 6 – Média de número de sementes de frutos de bacurizeiros. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P<0,05$). Com CV de 12,44%.

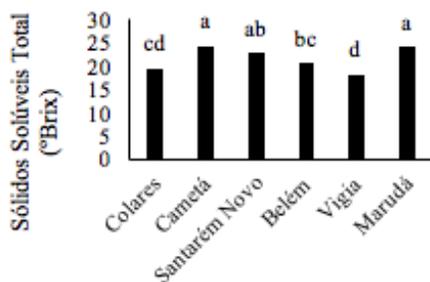


Figura 7 – Médias de sólidos solúveis totais (°Brix) de frutos de bacurizeiros. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P<0,05$). Com CV de 5,33%.

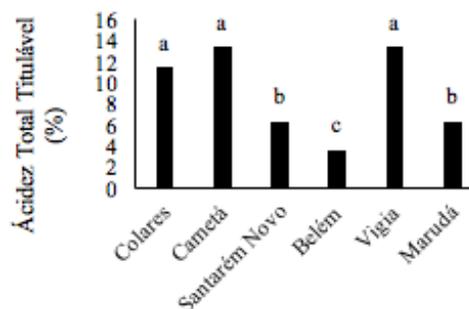


Figura 8 – Média da acidez total titulável (%) de frutos de bacurizeiros. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P<0,05$). Com CV de 8,93%.

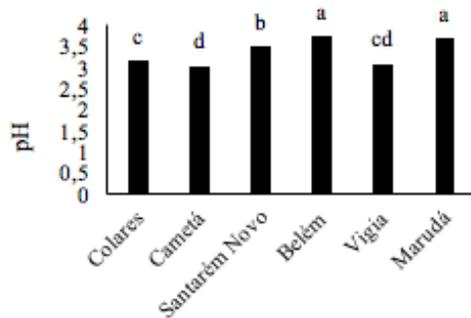


Figura 9 – Média do pH de frutos de bacurizeiros. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P<0,05$). Com CV de 1,19%.

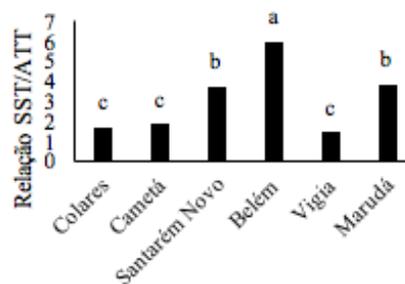


Figura 10 – Média da relação SST/ATT de frutos de bacurizeiros. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P<0,05$). Com CV de 18,93%.

Variabilidade genética por marcadores RAPD em progênies de bacabizeiro

Antonia Benedita da Silva Bronze¹, Arthur Simões Taverny¹, Milton Guilherme da Costa Mota¹, Socorro Taynara Braga Cristo¹, Renato Cavalcante Ferreira de Souza¹ & Maria do Socorro Padilha de Oliveira².

¹Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém – Pará, antonia.silva@ufra.edu.br, arthurtaverny@hotmail.com, milton.mota@ufra.edu.br, taaynaracristo@hotmail.com, renatocfs@hotmail.com.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental, Belém – Pará, spadilha@cpatu.embrapa.br.

Resumo

O bacabizeiro (*Oenocarpus mapora* Karsten) é uma espécie de Arecaceae que cresce em touceiras de 5 a 12 indivíduos, nativa da Amazônia. O fruto é utilizado para fabricar refresco, sorvetes e cremes. Seu palmito reúne excelentes características organolépticas e bom rendimento quando comparado com o palmito do açazeiro. Devido sua relativa importância econômica, estudos recentes sobre a caracterização morfológica e genética vem sendo conduzidos. Contudo ainda são raros os trabalhos de caracterização genética utilizando marcadores moleculares para esta espécie. Caracterizou-se a diversidade genética entre progênies de bacabi por meio de marcadores RAPD. Foram analisadas 38 progênies com base em 31 *primers*. A matriz binária foi utilizada para a obtenção das similaridades genéticas, pelo complemento aritmético do coeficiente de similaridade de jaccard, e também para a análise de *bootstrap*. As similaridades genéticas foram representadas em um dendrograma gerado pelo método UPGMA. Os *primers* revelaram 138 bandas polimórficas e apresentaram ampla diversidade genética entre as progênies. O maior grau de similaridade genética foi observado entre as progênies 18 e 19 procedentes de Colares, com cerca de 94%, enquanto a menor similaridade genética se encontra na progênie 38 proveniente, do banco de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental em Belém - PA, com similaridade média de 62,5%. O dendrograma permitiu a formação de sete grupos, delimitados pela similaridade genética média (d_{gm} : 0,66): um formado por uma única progênie; dois constituídos por duas progênies; dois constituídos de três progênies e os demais por várias progênies de diferentes locais. O número ideal de bandas para a estimativa da diversidade genética entre as 38 progênies foi de 120. Logo, o número de bandas empregado neste estudo foi eficiente para caracterizar com precisão as relações genéticas entre as progênies de bacabi. Os acessos divergentes e produtivos devem ser úteis na formação de coleções e em programas de melhoramento genético.

Palavras-chave: *Oenocarpus mapora*, bacabi, marcadores moleculares.

Abstract

Genetic variability for RAPD markers in progenies bacabizeiro.

The bacabis tree (*Oenocarpus mapora* Karsten) is a species of Arecaceae that grows in clumps of five to twelve individuals, native to the Amazon. The fruit is used to make soda, ice cream and creams. Its palm heart meets excellent organoleptic characteristics and good yield when compared to the palm heart of the *Euterpe oleracea*. Due to its relative economic importance, recent studies on morphological and genetic characterization have

been conducted. However, genetic characterization work using molecular markers for this species is still rare. The genetic diversity among bacabi progenies was characterized by RAPD markers. Thirty-eight progenies based on thirty-one primers were analyzed. The binary matrix was used to obtain the genetic similarities, by the arithmetic complement of the coefficient of similarity of jaccard, and also for the bootstrap analysis. The genetic similarities were represented in a dendrogram generated by the UPGMA method. The primers revealed 138 polymorphic bands and presented wide genetic diversity among the progenies. The highest degree of genetic similarity was observed between progenies eighteen and nineteen from Colares, with about 94%, while the lowest genetic similarity is found in progeny thirty-eight from the germplasm bank of Embrapa Amazônia Oriental in Belém - PA, with similarity average of 62.5%. The dendrogram allowed the formation of seven groups, delimited by the average genetic similarity (dg_m : 0.66): one formed by a single progeny; two consisting of two progenies; two consisting of three progenies and the others by several progenies from different sites. The ideal number of bands to estimate the genetic diversity among the thirty-eight progenies was one hundred and twenty. Thus, the number of bands used in this study was efficient to characterize accurately the genetic relationships among the bacabi progenies. Divergent and productive accesses should be useful in the formation of collections and breeding programs.

Keywords: *Oenocarpus mapora*, bacabi, molecular markers.

Introdução

Bacabi (*Oenocarpus mapora* Karsten) é uma espécie de palmeira que cresce em touceiras de 5 a 12 indivíduos, nativa da Amazônia, podendo ainda ser encontrada em alguns países do norte da América do Sul e da América Central (Silva, 2005).

O fruto é utilizado para fabricar refresco, sorvetes e cremes. Extraindo-se também de seu estipe, palmito, com excelentes características organolépticas e bom rendimento quando comparado com o palmito do açazeiro (Oliveira et al., 2000).

Devido a relativa importância econômica dessa palmeira na Amazônia, estudos recentes sobre a caracterização morfológica e genética vem sendo conduzidos. Contudo ainda são raros os trabalhos de caracterização genética utilizando marcadores moleculares para esta espécie.

Foram utilizados 116 acessos conservados na coleção de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, por meio de 28 *primers RAPD* detectando 263 produtos de amplificação, com média de 9,4 bandas por *primer*, sendo alta a variabilidade genética entre os acessos. Estudos sobre diferenciação genética entre procedências de açazeiros por marcadores moleculares são relatados por Oliveira & Silva (2008), que observaram variância alta e significativa entre procedências, correspondendo a 30,12% da variação genética. Os autores ainda relatam que grande parte da variação ficou retida dentro dos locais de coletas, evidenciando ampla variabilidade entre os acessos de cada procedência (75,85).

Em coleções de germoplasma de espécies perenes, os marcadores moleculares têm exercido um papel importante na quantificação da diversidade e na identificação de acessos desejáveis para programas de melhoramento genético (Oliveira et al., 2007), mas para o bacabizeiro não foram encontrados relatos de trabalhos utilizando RAPD. Assim, este trabalho teve por objetivo quantificar a variabilidade genética destas progênies por meio de marcadores moleculares RAPD para orientar programas de melhoramento dessa espécie.

Material e Métodos

Foram utilizadas 38 progênies de polinização aberta de bacabizeiro, com procedência de Santo Antônio do Tauá, Belém e Colares, com 22, 12 e 4 progênies, respectivamente e acondicionadas em casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias – ICA do campus da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, em Belém-PA. Folíolos da folha mais jovem foram coletados de dez mudas de cada progênie de bacabi, no período da manhã, totalizando 380 amostras. Os folíolos foram colocados em sacos plásticos e acondicionados em isopor com gelo.

A extração do DNA genômico total foi realizada pelo procedimento semelhante ao de Williams et al. (1990), sendo após esta etapa armazenados sob refrigeração a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Os DNAs extraídos foram quantificados em géis de agarose a 1% e submetidos a eletroforese horizontal, a partir da comparação de concentrações crescentes de DNA *lambda* em três concentrações: 50, 100 e 200 ng ml^{-1} . Neste procedimento, foram utilizados 5 μl de DNA, acrescido de 2 μl de tampão de carregamento e 4 μl de água destilada autoclavada. A interpretação da concentração foi baseada na intensidade da banda dos DNAs das progênies de bacabi comparados com a intensidade das bandas do DNA *lambda*.

Após a quantificação, o DNA foi diluído para a solução de trabalho a partir da amostra total, em TE, para a concentração de 10 ng ml^{-1} . As alíquotas foram armazenadas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Para as ampliações dos *primers* RAPD foram utilizadas a mistura dos DNAs representantes de cada matriz, ou seja, os bulks de DNA. Wadt (1997) e Oliveira (2005) empregaram o mesmo procedimento para avaliar germoplasma de coqueiro e açazeiro respectivamente e indicaram que o uso da mistura equitativa de DNA de plantas é uma metodologia adequada para se conhecer a variabilidade interpopulacional ou entre matrizes. Contudo, não permite conhecer a variabilidade genética intrapopulacional, ou dentro das matrizes, conseqüentemente, não se tem acesso às diferenças de frequência gênica.

A mistura equitativa dos DNAs de cada planta formando os *bulks* de DNA das 38 matrizes foi obtido misturando-se 3 μl de cada amostra das 10 plantas representantes de cada progênie, obtendo-se 38 misturas de DNA de 30 μl que foram utilizadas nas reações.

A seleção dos *primers* foi efetuada com base em Oliveira (2005), amplificando 120 *primers* RAPD em cinco amostras de DNA de bacabi. Os 31 *primers* mais polimórficos (OPA-02, OPA-05, OPA-06, OPA-07, OPA-09, OPBA-03, OPJ-12, OPO-05, OPO-12, OPN-03, OPN-09, OPN-11, OPM-04, OPM-11, OPB-11, OPB-14, OPZ-04, OPZ-05, OPAZ-14, OPAZ-18, OPAB-01, OPAB-03, OPAB-07, OPAB-11, OPAB-12, OPAB-14, OPAB-19, OPU-01, OPU-06, OPU-08, OPU-20) e que produziram bandas nítidas, buscando-se um total de fragmentos polimórficos que possibilitassem a discriminação de indivíduos, foram amplificados nos 38 bulks de bacabi.

As reações de amplificação foram realizadas em um volume final de 15 μl contendo água ultrapura, tampão para PCR (20 mM de Tris HCl pH 8,0 e 50 mM de KCl), 2 mM de MgCl_2 , 1mM dNTP, 1,3 μM do primer, 1 U.I. de *Taq* polimerase e 10 ng de DNA genômico.

As ampliações foram realizadas no termociclador Amplitron II, modelo DB 80225. O programa utilizado na PCR consistiu de 40 ciclos, sendo cada um de 1 minuto a $94\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 minuto a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 2 minutos a $72\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ao final dos 40 ciclos seguiu-se de mais 7 minutos a $72\text{ }^{\circ}\text{C}$, para a completa extensão dos produtos amplificados.

Para a separação dos fragmentos polimórficos utilizou-se um gel de 4,0 g de agarose ultrapura em 350 ml de TBE 1X. Ferveu-se a suspensão em forno de microondas, agitando-

se suavemente o frasco a intervalos regulares para a completa dissolução da agarose. Posteriormente, o frasco com a mistura foi colocado sob água para resfriamento até atingir uma temperatura entre 40 °C a 60 °C e então acrescentados 50 µl de brometo de etídio (1 mg ml⁻¹).

Os produtos das reações após retirados do termociclador, foram carregados com 3 µl de tampão de carregamento 6x (azul de bromofenol) e aplicados no gel. Nos poços de ambas as extremidades do gel foram aplicados 12 µl de DNA padrão (*Ladder*). Após esta etapa o gel foi colocado no tanque de aparato de eletroforese, submerso na solução. O tampão de eletroforese teve a mesma composição do tampão utilizado na confecção do gel. O tempo de corrida foi aproximadamente uma hora e trinta minutos até que a solução corante atingisse a região próxima da borda inferior do gel. Aplicou-se, durante a eletroforese, uma voltagem constante de 100 V.

Após a separação dos fragmentos amplificados por eletroforese foi gerada a matriz binária dos dados obtidos com presença (1) e ausência (0) de banda. Com base nessa matriz foi calculado o número ótimo de bandas e a similaridade genética.

Para verificação do número ótimo de bandas polimórficas geradas pelos 31 iniciadores RAPD foi realizada a análise de *bootstrap*. Para cada par de *bulks*, a similaridade genética foi estimada a partir de simulações com reamostragens de diferentes tamanhos (10, 20, 30, ..., 100, 110, 130 bandas), sendo cada uma repetida 10.000 vezes por meio do software GQMOL (Cruz & Schuster, 2004). Para a análise dos dados foi utilizado o programa NTSYS-pc (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis Sistem*), versão 2.02. A similaridade entre as amostras foi analisada por meio do coeficiente de Jaccard. A partir da matriz de similaridade, foi gerado o agrupamento pelo método UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Average*) que foi expresso na forma de dendrograma. Com a finalidade de verificar a consistência dos agrupamentos no dendrograma, foi gerada uma matriz de distância cofenética, usando o módulo Sahncof do programa NTSYS 2.2. Desta forma, a matriz de similaridade original foi correlacionada com a matriz de distância cofenética usando o módulo MXCOMP do mesmo programa, que gerou um teste subjetivo para medir a qualidade do ajuste. Em seguida foi realizado o teste de Mantel para determinar o nível de significância do coeficiente de correlação entre as referidas matrizes.

A similaridade entre as 38 matrizes foi avaliada com base na similaridade genética média (Sgm), a qual separou os grupos similares formados no dendrograma.

Resultados e Discussão

Os 31 *primers* selecionados, geraram 138 produtos de amplificação com 98% de polimorfismo em média de 4,5 bandas por *primer*. Os *primers* OPM-11 e OPB-11 geraram o maior número de bandas polimórficas, enquanto o *primer* OPB-14 gerou o menor número. O padrão de visualização das bandas amplificadas pelo *primer* OPU-01, onde cada padrão de bandas encontrado corresponde ao perfil molecular de uma progênie (fig. 1), variando de 1800 a 1200 pares de bases permitindo a comparação genética entre os indivíduos das progênies pela verificação da presença ou ausência da banda.

Resultados similares a este foram constatados por Costa et al. (2004) em análise da divergência genética em genótipos de açazeiro em dez indivíduos de diferentes procedências, obtendo 161 bandas polimórficas utilizando 12 *primers*. Contudo Isensee et al. (2007) encontraram valores inferiores, testando 17

primers para a caracterização genética de 117 indivíduos de *Bactris gasipaes* obtiveram um total de 46 bandas polimórficas.

Oliveira et al. (2007) obtiveram números de bandas superiores quando testaram 28 *primers*, os quais geraram 263 produtos de amplificação, com 100% de bandas polimórficas em 116 acessos de açaizeiros, oriundos de várias localidades do Pará, Amapá e Maranhão. O elevado polimorfismo detectado nos acessos foi relacionado ao fato da espécie ser monóica, preferencialmente alógama e encontrar-se em fase de domesticação, tendo seu germoplasma sofrido baixa pressão de seleção, garantindo ganhos genéticos significativos com a seleção. Esse fato também pode explicar o alto nível de polimorfismo apresentado pelas progênies de bacabi no presente trabalho, visto que são palmeiras semelhantes e em processo de domesticação.

Souza et al. (2008), para avaliar a dissimilaridade genética em genótipos de bananeira utilizaram 31 *primers* RAPD e encontraram 94 marcas ao todo, sendo 75 polimórficas, ou seja, em média, cada iniciador gerou 2,42 marcas polimórficas e 0,61 marcas monomórficas, verificando-se que o número de marcas totais variou entre 1 e 4 marcas por *primer*.

Para se estimar o número de bandas recomendáveis foram realizadas análises de recombinação das amostragens, empregando-se as 138 bandas geradas pelos 38 *bulks* de DNA das progênies do estudo com vista a detectar o número ideal de bandas. É possível visualizar a relação direta entre os números de bandas analisadas e a magnitude de correlação dos valores da matriz de similaridade original obtida a partir de reamostragens com diferentes números de bandas (fig. 2).

Percebe-se que a partir de 110 bandas, a estimativa de correlação apresentou alta magnitude ($r = 0,95$), porém, a soma dos quadrados dos desvios em relação às reamostragens ($SQd = 0,67$) e o valor do estresse ($E = 0,07$) ainda foram altos, o que é considerado por Kruskal (1964) como de baixa consistência na associação das matrizes. No entanto, a partir de 120 bandas houve forte consistência entre os valores de r , SQd e E com 0,97, 0,46 e 0,05 respectivamente. Desse ponto em diante, valores com maior consistência passam a ser alcançados a partir de 130 bandas, quando a correlação atingiu 0,99 e valor de estresse de 0,034. Com base nesses resultados, pode-se considerar que o número de bandas utilizadas neste trabalho foi acima do número ótimo de bandas, sugerindo que as bandas polimórficas empregadas neste estudo podem representar a similaridade genética entre as progênies de bacabi.

Resultados semelhantes ($r = 0,999$ e $E = 0,01$) foram obtidos por Oliveira & Silva (2008) analisando por tanto o dobro de bandas polimórficas geradas no total de 263, por marcadores RAPD em acessos de açaizeiros. Tais resultados mostram que as estimativas da similaridade genética entre as progênies estudadas apresentam uma boa precisão, visto que há relatos de Colombo et al. (2000) do número ideal de bandas entre 50 a 100 bandas, como sendo suficientes para estimar relações genéticas entre e dentro de espécies vegetais, visto que, o número ideal de bandas foi bem acima deste intervalo e o cálculo da similaridade ter sido calculada na base de 138 bandas.

As estimativas de similaridades genéticas obtidas para as 38 progênies, a partir da matriz de Jaccard, indicaram que a maior e menor similaridades foram obtidas entre os pares das progênies 18 x 19 com 0,94 e 6 x 21 com 0,30, respectivamente, mostrando a análise entre pares de progênies. Oito pares de progênies apresentaram baixas similaridades (6 x 21; 6 x 3; 4 x 6; 6 x 1; 6 x 20; 1 x 36; 6 x 15 e 22 x 35) atingindo no máximo 42%. Percebe-se que em pelo menos cinco pares a progênie 6 esteve envolvida. Por outro lado,

os maiores valores ocorreram entre os pares de progênies 18 x 19; 32 x 33; 33 x 34; 26 x 27 e 7 x 8 com mais de 90% de similaridade.

De acordo com os índices de similaridades genéticas média, calculada para as 38 progênies de bacabi, verifica-se no dendrograma (fig. 3) houve a formação de sete grupos. O primeiro e o segundo grupo, associam duas progênies (1 e 2; 3 e 4) respectivamente cada um, com similaridade que varia em torno de 70 a 72,5%, o terceiro e o sétimo grupos são compostos por três progênies (10, 11 e 12; 20, 21 e 22) respectivamente, variando a similaridade de 73% a 82%. Os grupos quatro e cinco associaram um maior número de progênies, com 8 e 16 respectivamente cada um. O sexto grupo foi formado apenas pela progênie 38. Os grupos apresentaram boa confiabilidade, pois o valor cofenético obtido foi significativo ($r=0,71$, $p\leq 0,0001$).

O maior grau de similaridade genética foi observado entre as progênies 18 e 19 procedentes de Colares, com cerca de 94%, enquanto a menor similaridade genética se encontra entre a progênie 38 proveniente, do banco de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental em Belém-PA, com similaridade média de 62,5%.

O baixo grau de similaridade observado na progênie 38 pode ser resultado da procedência dessa progênie, visto que foi obtida de sementes de matrizes em locais com distância geográfica diferenciada e por pertencer a um banco de germoplasma, pode ser resultado da segregação genética promovida por polinização cruzada realizada por insetos que introduziram pólen de locais relativamente distantes em relação ao local de coleta das sementes. De outro lado, pode ser justificada pela possibilidade dessas matrizes serem derivadas de sementes provenientes de outras localidades, resultando em uma mistura varietal, fato importante para obter a variabilidade genética, segundo Nunes et al. (2008).

No dendrograma, verifica-se que as progênies mais divergentes nesse estudo foram, em média, as pertencentes aos grupos seis e sete, ou seja, quatro das 38 progênies avaliadas (20, 21, 22 e 38) apresentam menor similaridade genética entre si, ficando evidente a variabilidade genética existente nos materiais estudados. Porém, a maior similaridade foi observada entre as progênies pertencentes aos grupos 1, 2, 3, 4 e 5 formados por dezesseis progênies oriundas de diversas localidades. Esse resultado se deve possivelmente ao fato de que estas progênies por mais que venham de locais diferentes como de duas localidades de Santo Antônio do Tauá e Colares, porém são próximos geograficamente, ou de cruzamentos entre indivíduos aparentados ou de autofecundação segundo Oliveira & Silva (2008).

Nunes et al. (2008), em estudo da caracterização de 22 genótipos de butiazeiros provenientes de banco de germoplasma por RAPD, verificaram a formação de cinco grupos com similaridade variando entre 65% a 95%, sendo que três deles foram formados por genótipos únicos. Enquanto que Oliveira et al. (2007) avaliando a diversidade genética entre acessos de açaizeiro baseada em marcadores RAPD, relataram a formação de oito grupos com valores de dissimilaridades variando de 6% a 67%. Porém, resultados relatados por Isensee et al. (2007) caracterizando 117 indivíduos de pupunheira, mostram valores elevados entre os coeficientes de similaridade, em torno de 70% a 80%, comparando-se indivíduos de plantio comercial com indivíduos do banco de germoplasma, embora os indivíduos do banco tenham os valores de menor similaridade.

Conclusões

Foi possível a otimização de um protocolo viável à extração de DNA de bacabi em larga escala para tecido foliar fresco; os marcadores moleculares RAPD foram eficientes na avaliação genética entre as 36 progênes de bacabi, permitindo a distinção entre os mais similares e mais divergentes; o número ideal de bandas polimórficas utilizadas neste trabalho foi acima de 130 bandas logo, houve uma boa precisão dos resultados da similaridade entre as progênes; as progênes apresentam um considerável nível de diferenciação genética entre si, com a formação de sete grupos; as progênes com melhor desempenho produtivo e mais divergentes devem ser utilizadas para a obtenção de híbridos num possível programa de melhoramento da espécie.

Referências

- Colombo, C., Second, G. & Charrier, A. 2000. Diversity within American cassava germplasm based on RAPD markers. *Genetics and Molecular Biology* 23(1):189-199.
- Costa, M.R, Oliveira, M.S.P. & Ohaze, M.M.M. 2004. Divergência genética no açaizeiro com base em marcadores RAPD1. *Rev. Ciênc. Agrár.* 41:89-95.
- Cruz, C.D. & Schuster, I. 2004. GQMOL – Aplicativo computacional para análise de dados moleculares e de suas associações com caracteres quantitativos. Versão 2004. 2.1. Viçosa, MG: UFV.
- Isensee, J.M.F., Vidal, P.O. & Gaiotto, F.A. 2007. Caracterização genética entre pupunheiras cultivadas no sul da bahia por marcadores RAPD. *Magistra* 19(4):304-310.
- Kruskal, J.B. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a no metric hypothesis. *Psychometrika* 29(1):1-27.
- Nunes, A.M., Bianchi, V.J., Fachinello, J.C., Carvalho, A.Z. & Cardoso, G. 2008. Caracterização molecular de butiazeiro por marcadores RAPD. *Rev. Bras. Frutic.* 30(3):702-707.
- Oliveira, M.S.P. & Silva, K.J.D. 2008. Diferenciação genética entre procedências de açaizeiro por marcadores RAPD e SSR. *Rev. Bras. Frutic.* 30(2):438-3.
- Oliveira, M.S.P. de. 2005. Caracterização molecular e morfoagronômica de germoplasma de açaizeiro. 171 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Oliveira, M.S.P., Amorim, E.P., Santos, J.B. & Ferreira, D.F. 2007. Diversidade genética entre acessos de açaizeiro baseada em marcadores RAPD. *Ciência. agrotecnica* 31(6):1645-1653.
- Oliveira, M.S.P., Nazaré, R.F.R. & Mota, M.G.C. 2000. Estudo comparativo da qualidade do palmito de bacabinha com o do açaizeiro. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 4p. (Comunicado Técnico, 39).
- Silva, R.A.M. da. 2005. Variabilidade genética para emergência de sementes e crescimento de plântulas de bacabi (*Oenocarpus mapora* Karsten) e bacaba (*Oenocarpus distichus* Mart.). Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.
- Souza, C.M.P, Viana, A.P, Ferreira, C.F, Silva, S.O., Carvalho, A.J.C., Berbert, P.A. & Sousa, E.F. 2008. Avaliação da Dissimilaridade Genética Em Genótipos de Bananeira (*Musa Spp.*) via Marcadores RAPD. *Rev. Bras. Frutic.* 30(2):419-424.
- Wadt, L.H.O. 1997. Avaliação de divergencia genética em coqueiro (*Cocos nucifera* L.) usando marcadores RAPD em amostras individuais ou compostas. Tese (Doutorado em Melhoramento genético vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, RJ. 109 p.

Williams, J.G.K., Kubelik, A.R., Livak, K.J., Rafalski, J.A. & Tingey, S.V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research* 18(9):6531-6535.

Figura 1 - Exemplo de padrão RAPD amplificado com o *primer* OPU - 1 em gel de agarose.

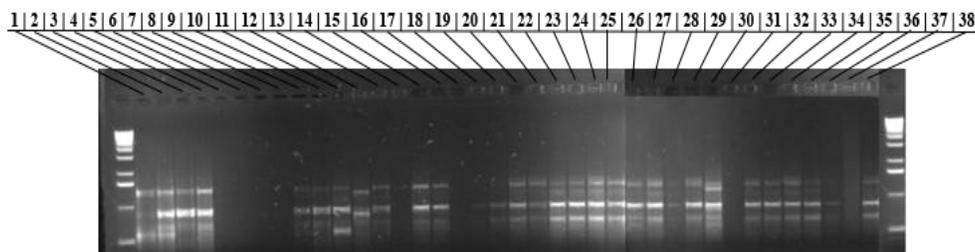


Figura 2 - Resumo da análise *bootstrap* contendo as correlações obtidas para diferentes números de bandas polimórficas do marcador RAPD na determinação do número ideal de bandas em progênies de bacabi.

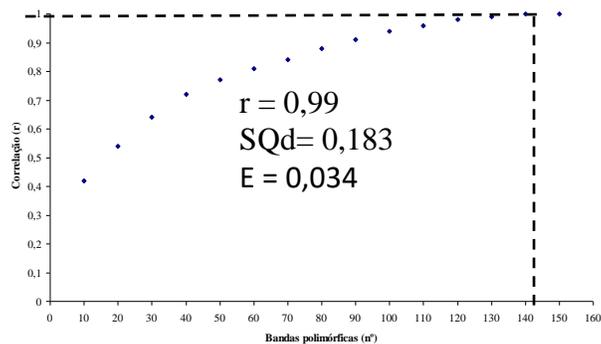
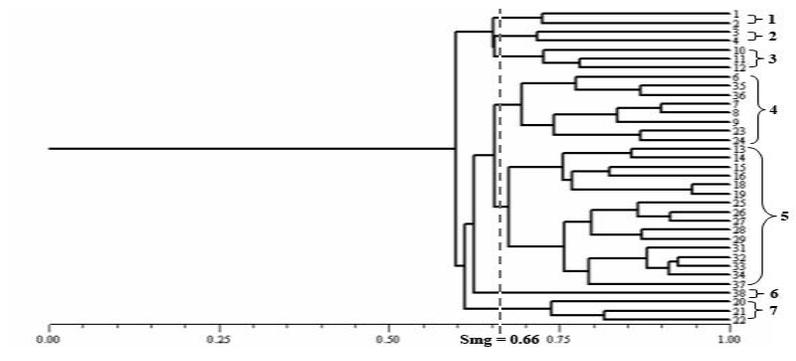


Figura 3 - Dendrograma gerado pelo método de análise de *cluster* UPGMA para o coeficiente de Jaccard, para as 138 bandas polimórficas geradas pelo RAPD das 38 progênies de bacabi ($S_m = 0,66$).



Estimativa de parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de bacabizeiro cultivadas em sistema agroflorestal

Antonia Benedita da Silva Bronze, Socorro Taynara Braga Cristo, Arthur Simões Taverny, Brenda Karina Rodrigues da Silva, Milton Guilherme da Costa Mota, Thayane Ferreira Miranda, Danilo da Luz Melo, Paula Cristina Mendes Nogueira Marques & Eladivan Bandeira de Souza

Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém – Pará, Brasil, antonia.silva@ufra.edu.br

Resumo

Bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karsten) é uma palmeira perene nativa da Amazônia, que apresenta precocidade de produção e cachos com frutos de excelente qualidade nutricional e de grande potencialidade para a agroindústria de polpa. Este trabalho teve por objetivo estimar parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de bacabi. O experimento foi instalado na comunidade de Campo Limpo localizada no Município de Santo Antônio do Tauá-Pará, envolvendo o estudo de 38 progênies de polinização aberta delineadas em bloco ao acaso em sistema agroflorestal, com 2 repetições e 5 plantas por parcela, após 30 meses do plantio, foram obtidos as seguintes variáveis: altura do estipe (AE), diâmetro da planta (DIAM), número de folhas vivas (NFV), comprimento do ráquis foliar (CRF), número de pares de folíolos (NPFo), comprimento do folíolo (CFo), taxas de crescimento absoluto da altura (TCAA) e taxas de crescimento do diâmetro de plantas (TCAD). A análise de variância mostrou que as progênies apresentaram diferenças altamente significativas pelo teste F a 1% de significância, para a maioria dos caracteres avaliados, sendo todos relevantes e de grande interesse genético para o melhoramento da espécie. Detectou-se variação genética entre e dentro das progênies para todos os caracteres avaliados. Pelo coeficiente de variação genética esses valores variaram de 4,75 para CFo até 30,56% para TCAD entre progênie e de 8,21 para CFo até 52,94% para TCAD dentro de progênie. As estimativas de herdabilidade de sentido amplo variou em nível de média de 0,13 a 72,81%, sendo elevadas para NPFo (72,81%), DIAM (52,01%), CRF (62,64%) e AE (66,16%).

Palavras-chave: *Oenocarpus mapora*, fruticultura, palmeira, nativa, variabilidade, seleção.

Abstract

Estimation of genetic parameters in open pollinated progenies of bacabizeiro cultivated in an agroforestry system.

Bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karsten) is a perennial palm native of the Amazon, which presents precocity of production and clusters with fruits of excellent nutritional quality and great potentiality for the pulp agroindustry. This work had as objective to estimate genetic parameters in progenies of open pollination of bacabi. The experiment was carried out in the community of Campo Limpo located in the county of Santo Antônio do Tauá-Pará, involving the study of 38 progenies open pollination outlined in a randomized block in an agroforestry system, with 2 repetitions and 5 plants per plot, after 30 months of planting, the following variables were obtained: stipe height (AE), plant diameter (DIAM), number of live leaves (NFV), length of leaf rachis (CRF), number of leaflet pairs (NPFo), leaf length Leaflet (CFo), rates of absolute height growth (TCAA) and plant diameter growth rates (TCAD). The analysis of variance showed that the progenies presented highly significant differences by the F test at 1% of significance for most of the evaluated characters, all of them relevant and of great genetic interest for the breeding of the species. Genetic variation between and within progenies was detected for all traits evaluated. By the coefficient of genetic variation these values varied from 4.75 for CFo to 30.56% for TCAD between progeny and from 8.21 for CFo to 52.94% for TCAD within progeny. Estimates of broad-sense heritability varied at a mean level of 0.13 to 72.81%, being high for NPFo (72.81%), DIAM (52.01%), CRF (62.64%) and AE (66.16%).

Keywords: *Oenocarpus mapora*, fruticulture, palm, native, variability, selection

Introdução

Bacabi (*Oenocarpus mapora* Karsten) é uma palmeira nativa da Amazônia, de grande valor social e com potencial econômico para essa região por fornecer alimentos, remédios, fibras, material para construção e outros produtos. Destaca-se por apresentar caule múltiplo, e ter precocidade de produção. Sua polpa propicia matéria prima de boa qualidade para a indústria de alimentos, pois contém proteínas de excelente valor biológico, 40% a mais que a soja (Balick, 1986).

Diferenças genéticas entre populações e/ou progênes têm sido detectada para vários caracteres em palmáceas, fato que abre possibilidade na seleção para melhorar esses caracteres (Oliveira et al, 2000; Farias Neto et al, 2003; Ohashi & Kageyama, 2004). Os caracteres úteis ao melhoramento são avaliados nas progênes, as quais são testadas sob delineamentos experimentais, possibilitando a estimativa de parâmetros genéticos que auxiliam na escolha da população base e do método de seleção, permitindo inclusive avaliações para definir a viabilidade da continuação de um programa de melhoramento em andamento (Farias Neto et al, 2005).

Em bacabizeiro, são raros os estudos sobre a variabilidade e correlações entre caracteres em populações com potencial para serem utilizadas em programas de melhoramento para produção de fruto e palmito, haja vista que foi encontrada apenas uma referência sobre a estimação dos parâmetros genéticos entre populações nas condições amazônicas.

O conhecimento da variabilidade devido às diferenças genéticas existentes com base em parâmetros genéticos, e as implicações dos efeitos ambientais, refletidas na interação entre genótipo x ambiente, são importantes em programas de melhoramento, pois indica o controle genético do caráter e o potencial da população para seleção (Ramalho et al, 2001; Rossmann, 2002). Diante do exposto este trabalho teve por objetivo estimar parâmetros genéticos em progênes de polinização aberta de bacabi para serem utilizadas em programas de melhoramento para produção de fruto, palmito e óleo.

Material e Métodos

O experimento envolveu 38 progênes de polinização aberta de bacabizeiro, instaladas em abril de 2006 em sistema agroflorestal, na comunidade de Campo Limpo localizada no Município de Santo Antônio do Tauá-Pará. As progênes são oriundas de coletas de matrizes que apresentavam frutos maduros, sendo 22 procedentes do município de Santo Antônio do Tauá, 12 de Belém e 4 de Colares. A área do experimento apresenta topografia plana, cobertura com vegetação de capoeira, O clima do município é megatérmico úmido sob influência da baixa latitude, a temperatura mantém-se elevada, em todos os meses do ano, com média anual em torno de 25°C, sendo seus valores mensais entre 24°C e 26°C. A precipitação pluviométrica anual é bastante elevada, geralmente em torno de 2.350 mm, porém, fortemente concentrada de janeiro a junho, cerca de 80%. O solo é do tipo Latossolo Amarelo, textura média e de baixa fertilidade.

Foram realizadas adubações química e orgânica, seguindo as recomendações da Embrapa Amazônia Oriental para a cultura do açaí, com a adubação semestral ou trimestral, sendo a primeira coincidindo com o início da estação mais chuvosa. No primeiro ano foram efetuadas três adubações químicas, com a aplicação de 100 g da mistura 10-28-20 (NPK), distribuída em círculo de 30 cm de raio em torno da planta. No segundo ano após o plantio, a quantidade de mistura por touceira, em cada adubação, foi de 150 g da mesma formulação, aplicada a uma distância de 50 cm da touceira, juntamente com 10 litros de esterco de curral. As progênes foram avaliadas aos 30 meses após o plantio no ano de 2009, coletando-se dados de caracteres vegetativos, conforme ficha elaborada para avaliação do BAG bacaba da Embrapa, sendo eles: altura do estipe (AE), mensurada na planta a partir da inserção das folhas até a emissão das raízes, expressa em centímetros; diâmetro da planta (DIAM), mensurada a 10 centímetros do solo; número de folhas vivas (NFV), obtidas pela contagem de todas as folhas vivas; comprimento do ráquis foliar

(CRF), medindo-se na folha 1, em centímetro; número de pares de folíolos (NPFo), comprimento do folíolo (CFo), medindo-se o terceiro par contando-se de cima para baixo em relação a posição dos mesmos no ráquis foliar, número de perfilhos (NEP), taxas de crescimento absoluto da altura (TCAA) e taxas de crescimento do diâmetro de plantas (TCAD), conforme metodologia descrita por Oliveira (2005) para o açazeiro. Para efeito da análise de variância, os valores dos caracteres NFV e NEP foram transformados para \sqrt{x} conforme Steel & Torrie (1980).

As progênies de bacabi foram avaliadas com base no modelo estatístico de blocos ao acaso, com duas repetições, parcelas lineares de cinco plantas, espaçadas em 4,0 m x 4,0 m. Foram estimados dados da média de parcela e dados dentro de parcelas (plantas individuais), onde os valores obtidos foram representados pela *i*-ésima progênie e *j*-ésima repetição (ou blocos) por Y_{ij} , conforme descrito a seguir (Cruz et al., 2004) As análises de variância foram feitas para cada característica, com todos os efeitos considerados aleatórios (exceto a média), utilizando o programa GENES, desenvolvido por Cruz (2001), o qual emprega os estimadores dos parâmetros genéticos e fenotípicos apresentados por Vencovsky & BARRIGA (1992). Com base nas análises de variância, foram estimadas as variâncias fenotípicas e genéticas, covariâncias fenotípicas e genéticas, o coeficiente de herdabilidade, índice “b” (razão entre os coeficientes de variação genética e ambiental) e para os ganhos de seleção esperado foram utilizados os métodos proposto por Vencovsky & BARRIGA (1992) para os oito caracteres mencionados.

Resultados e Discussão

As estimativas dos parâmetros genéticos para os oito caracteres constam no (quadro 1). De maneira geral, detectou-se variação genética entre e dentro das progênies para todos os caracteres avaliados, porém em níveis inferiores a 50%. Pelo coeficiente de variação genética esses valores variaram de 4,75 para CFo até 30,56% para TCAD entre progênie e de 8,21 para CFo até 52,94% para TCAD dentro de progênie. Por outro lado, o índice “b” que mede a relação entre variância genética e variância ambiental teve valores acima 1,00 para a maioria dos caracteres, exceto para CFo (0,61), indicando que só não existe situação favorável para seleção nesse caráter. Os valores de b dentro das progênies foram superiores aos entre, fato este relevante, sendo um indicativo de sucesso quando utilizados na seleção entre e dentro de progênies.

Os coeficientes de variação genética dentro de parcelas apresentaram-se, aproximadamente, o dobro aos coeficientes de variação genética entre progênies. Isto porque as progênies de bacabi foram consideradas como de meios-irmãos, apesar dos frutos serem originados de polinização aberta e colhidos diretamente nas plantas-mães.

O padrão de distribuição das variâncias genéticas em populações avaliadas por progênies de meios-irmãos obedece ao esquema de um quarto da variância genética aditiva entre progênies, enquanto que três quartos dessa variância e toda a variância genética dominante fica disponível dentro das respectivas progênies (Vencovsky, 1987), evidenciando a possibilidade de ganho genético adicional com a utilização de métodos que combinam a seleção dentro de progênies.

Em todos os caracteres, as herdabilidades médias entre progênies foram maiores que as de dentro delas, que segundo Teixeira et al. (2008), pode-se praticar a seleção entre e dentro, porém as mesmas não revelariam controle genético satisfatório para o caráter. As estimativas de herdabilidade de sentido amplo variaram em nível de média de 0,13 a 72,81%, sendo altas para NPFo (72,81%), DIAM (52,01%), CRF (62,64%) e AE (66,16%). Indicando que esses valores são muito favoráveis à seleção considerando esses caracteres, aproveitando melhor os efeitos aditivos disponíveis para este tipo de progênie, pois

segundo Hallauer & Miranda Filho, (1981), progênies de polinização aberta assemelham-se as progênies de meio-irmãos, as quais utilizam apenas $\frac{1}{4}$ da variância genética aditiva disponível para estes caracteres.

Em bacabi, resultados semelhantes foram relatados por Silva, (2005), para as mesmas progênies, os quais também foram inferiores a 50% para todos os caracteres, com coeficiente de variação genética atingindo valores de 8,99% para TME até 25,37% para TCAA. O índice “b” no ensaio teve valores acima 1,00 para a maioria dos caracteres, com exceção para TCAD (0,58). Quanto às estimativas de herdabilidades entre progênies foram elevadas para PE (94,22%) e TCAA (91,73%) e TME (84,49%), e intermediário para TCAD (55,17%). Neste trabalho o caráter TCAD foi o que apresentou a menor herdabilidade (0,13), no entanto, o índice b foi superior a 1,00 entre e dentro de progênie, justificando uma possível seleção para o caráter em questão.

No (quadro 2) consta o resumo comparativo dos ganhos genéticos para a seleção direta entre e dentro de progênies, considerando uma intensidade de seleção entre progênies de 30% e dentro de progênie de 20%, sendo calculados utilizando-se $\frac{1}{4}$ da variância aditiva, para a seleção entre progênie e $\frac{3}{4}$ para dentro de progênie, de acordo com Vencovsky & BARRIGA (1992). Observa-se que os maiores ganhos foram obtidos quando a seleção foi efetuada dentro de progênies. Tal fato decorreu da maior intensidade de seleção, dos maiores coeficientes de variação fenotípica dentro de famílias e dos maiores coeficientes de herdabilidades em nível de indivíduos dentro de famílias.

Os ganhos de seleção estimados mostraram valores mais altos para os caracteres, AE, CRF, NPFo e DIAM conforme o esperado pelas informações de variância genética e herdabilidade no sentido amplo (quadro 2). Estas estimativas relativamente altas foram favorecidas pela pressão de seleção que também foi considerada alta, ou seja, uma progênie selecionada (20%) das cinco plantas nas 38 progênies de bacabi.

Estes resultados corroboram com os de Lins et al. (2001) que obtiveram ganhos genéticos na seleção direta entre e dentro de famílias, sendo considerado uma intensidade de seleção entre famílias de 30% e dentro de famílias de 10%, observando que qualquer que seja o ano de seleção, os maiores ganhos serão obtidos quando a seleção for efetuada dentro de famílias.

Segundo Vencovsky (1987), há uma situação muito favorável para a obtenção de ganhos na seleção quando a relação CV_g/CV_{exp} tende a um (1,0) ou maior que 1,0; na medida em que, nesses casos, a variação genética supera a variação ambiental. Por este princípio, a seleção quando é praticada no primeiro ano maximiza o ganho genético; no entanto, a seleção quando praticada em idades muito precoces é discutível, uma vez que, em geral, os indivíduos ainda não apresentaram todo seu potencial genético. Portanto, uma reavaliação em idade mais avançada é desejável.

Para o período de crescimento, os ganhos de seleção foram de 5,40% para a AE com a média da população passando de 98,28 para 103,59 (cm). Para o caráter DIAM os ganhos de seleção foram de 5,65% com a média da população passando de 17,52 para 18,51 (mm), quanto ao caráter CRF os ganhos de seleção foram de 6,56% com a média da população passando de 73,77 para 78,61 (cm), para a TCAA os ganhos de seleção foram de 5,52% com a média da população passando de 0,24 para 0,25 (cm/dia). Para o caráter TCAD os ganhos de seleção foram de 7,08% com a média da população passando de 0,028 para 0,030 (mm/dia), verificando-se que ganhos consideráveis podem ser obtidos com a seleção de indivíduos.

Estes resultados são condizentes com os relatados por Silva, (2005) nas mesmas progênies de bacabi, relacionados a ganhos genéticos para TCAA e TCAD, com valores de 38,15% para a TCAA com a média da população passando de 0,083 para 0,114 (cm/dia). Para o caráter TCAD os ganhos de seleção foram de 21,99% com a média da população passando de 0,015 para 0,018 (mm/dia).

Para os caracteres altura e número de folhas vivas, os ganhos foram apenas moderados, uma vez que os coeficientes de herdabilidade para esses caracteres foram de menores magnitudes de 47,23 e 51, 6%, respectivamente. Ainda segundo esses autores, um ganho genético considerável de 45% em relação à média do experimento, é possível com a seleção dos vinte melhores indivíduos para o caráter produção total de frutos. Portanto sendo condizentes com os resultados encontrados para os parâmetros genéticos estimados neste trabalho.

Conclusões

A razão CVg/CVe (índice b) indica que a seleção entre e dentro de progênes poderá ser realizada com eficiência para a maioria dos caracteres avaliados, exceto para o caráter CFo, onde os caracteres altura e diâmetro podem ser utilizados para a avaliação indireta da produção e na identificação de plantas fenotipicamente superiores para o uso no programa de melhoramento genético da espécie em estudo

As herdabilidades estimadas ao nível de médias de famílias e ao nível de média entre plantas de progênes, mostraram valores de maior magnitude para NPFO, vindo a seguir AE, TCAA, CRF e DIAM, revelando as perspectivas de respostas à seleção dessas características.

Ganhos de seleção podem ser obtidos para todos os caracteres avaliados, quando selecionam-se entre média de progênes com seleção de 30% entre progênie e 20% dentro de progênes, de modo que estes caracteres possam ser indicados na seleção de sementes e mudas, tendo em vista futuros estudos de melhoramento genético.

Referências

- Balick, M.J. 1986. Systematics and economic botany of the Oenocarpus-Jessenia (Palmae) Complex. The New York botanical garden, Bronx, New York, U.S.A., p. 138. (Advances in economic botany v.3).
- Cruz, C.D. 2001. Programa Genes: Versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, p.648.
- Cruz, C.D, Regazzi, A.J. & Carneiro, P.C.S. 2004. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. Ed. Viçosa UFV, v.1, p.480.
- Farias Neto, J.T. de, Muller, A.A, Oliveira, M.S.P., Santo, D.E. & Silva, M.R.A. 2003. Variação genética entre duas procedências de açaizeiro (*Euterpe Oleraceae Martus*). Boletim de Pesquisa Florestal 46:97-107.
- Farias Neto, J.T. de, Oliveira, M.S.P., Muller, A.A., Nogueira, O.L. & Anaissi, D.F.S.P. 2005. Variabilidade genética em progênes jovens de açaizeiro. Cerne, Lavras, v. 11, n. 4, p. 336-341, out./dez.
- Hallauer, A.R. & Miranda Filho, J.B. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Ames Iowa State University Press, p.468.
- Lins, V.S., Moraes, M.L.T., Silva, A.M.M., Martins, E.G. & Maêda, J.M. 2001. Variações e ganhos genéticos em progênes de *Grevillea Robusta* A. Cunn. Revista. Floresta e ambiente. v. 8, n 1, p.180 - 186, jan./dez.
- Ohashi, S.T. & Kageyama, P.Y. 2004. Variabilidade genética entre populações de açaizeiro (*Euterpe Oleracea Mart.*) do estuário Amazônico. In: Mourão, L., Jardim, M.A., Grossmann, M. Açai - possibilidade e limites em processos de desenvolvimento sustentável no estuário Amazônico. Belém: CEJUP, p.11-26.
- Oliveira, M.S.P. 2005. Caracterização molecular e morfo-agronômica de germoplasma de açaizeiro. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Tese Universidade Federal de Lavras.
- Oliveira, M.S.P., Nazaré, R.F.R. & Mota, M.G.C. 2000. Estudo comparativo da qualidade do palmito de bacabi com a do açaizeiro. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p.4, (Comunicado Técnico, 39).
- Ramalho, M.A.P., Santos, J.B. & Pinto, C.A.B.P. 2001. (2 Ed.). Genética na agropecuária. Lavras: UFLA, p. 472.
- Rossmann, H. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos. 2002. 91 f. Dissertação (Mestrado Em Ciência Biológica).

Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Silva, R.A.M. 2005. Variabilidade genética para emergência de sementes e crescimento de plântulas de bacabi (*Oenocarpus Mapora* Karsten) e bacaba (*Oenocarpus Distichus* Mart.). Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.

Steel, R.G. & Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistic. 2ed. New York: Graw- Hill, p. 633.

Teixeira, D.H.L., Oliveira, M.S.P., Pedrosa, A.J.S. 2008. Seleção entre e dentro de progênies de meio-irmãos de açazeiro para o caráter de produção de frutos em diferentes anos de Colheita. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura 54th Annual Meeting of The Interamerican Society For Tropical Horticulture 12 a 17 de outubro de 2008 - Centro De Convenções – Vitória/Es.

Vencovsky, R. & Barriga, P. 1992. Genética biométrica no fitomelhoramento. SBG, p.486.

Vencovsky, R. 1987. Herança quantitativa. In: Paterniani, E. & Viegas, G.P. (Coord.), Melhoramento e produção de milho no Brasil. 2ed. Campinas, Fundação Cargill. p.137-214.

Quadro 1 - Parâmetros genéticos e fenotípicos e ambientais para os oito caracteres avaliados nas 38 progênies de bacabi.

Parâmetro genético	Caracteres							
	AE cm	DIAM cm	NFV cm	CRF cm	NPFo cm	CFo cm	TCAA cm cm ⁻¹ dia ⁻¹	TCAD mm mm ⁻¹ dia ⁻¹
σ^2_g	3,733,11	151,58	0,268	2,838,20	134,57	23,55	0,0024	0,00007
σ^2_{gd}	1,119,93	454,75	0,804	8,514,61	403,72	70,64	0,0073	0,00024
σ^2_f	5,643,17	291,43	0,537	4,530,38	184,83	94,21	0,0034	0,0001
σ^2_d	1,242,95	574,4	18,77	8,311,83	368,11	33,53	0,0082	0,0002
σ^2_e	890,296	144,3	0,095	1,425,15	13,736	62,06	0,0005	69,174
CV _g (%)	19,65	22,52	8,96	22,83	26,69	4,75	20,22	30,56
CV _{gd} (%)	34,04	38,47	15,52	39,55	44,15	8,21	37,15	52,94
h _m (%)	66,15	52,01	49,91	62,64	72,81	24,99	66	0,13
hd (%)	0,9	0,79	0,42	1,02	1,09	0,21	0,88	0,86
b entre	2,04	1,03	1,67	1,41	3,13	0,61	2,06	1,42
b dentro	3,54	1,77	2,9	2,44	5,17	1,066	3,79	2,47

σ^2_g : variância genética entre progênie; σ^2_e : variância ambiental; σ^2_f : variância fenotípica; CV_g (%): coeficiente de variação genética entre progênies; h_m: coeficiente de herdabilidade médio; b entre: CV_g/CV_e; b dentro: CV_{gd}/CV_e.

Quadro 2 - Ganho genético e média da população para caracteres Altura do estipe (AE), diâmetro da planta (DIAM), número de folhas vivas (NFV), comprimento do ráquis foliar (CRF), número de pares de folíolos (NPFo), comprimento do folíolo (CFo), taxa de crescimento absoluto da altura e diâmetro de plantas (TCAA e TCAD) em progênies de bacabi (*Oenocarpus mapora* Karsten).

Caracter	Car	Unidade	Ganho genético				Médias (%)	
			G					
			S _e					
			E	D	T			
			Entre	Dentro	Total			
AE	Cm		1,10	4,20	5,30		5,40	103,59
DIAM	cm		,19	,79	,99	0	5,65	18,51
NFV	\sqrt{x}		,025	,077	,10	0	1,78	5,87
CRF	(cm)		,93	,91	,84	3	6,56	78,61
NPFo	\sqrt{x}		,21	,88	,10	0	8,01	14,84
CFo	cm		,053	,161	,21	0	0,66	32,58
TCAA	cm cm ⁻¹		,0028	,0106	,01	0	5,52	0,25
TCAD	mm mm ⁻¹ dia ⁻¹		,0002	,0017	,001	0	7,08	0,03
		1						0

Entre progênies: seleção de 30% das progênies (k=1,12); dentro de progênies: seleção de 20% das progênies (k=2,12); NFV e NPFo transformado para \sqrt{x} .

Characterization of the jabuticaba residue dehydrated and lyophilized

Isabela Mendes Zin¹, Karina Maria Olbrich dos Santos², Tatiana Pacheco Nunes³, Adriano Gomes da Cruz⁴ & Ana Carolina Sampaio Doria Chaves²

¹Federal Rural University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, iza_zin@hotmail.com

²Embrapa Agroindustry of Food, Rio de Janeiro, karina.dos-santos@embrapa.br, ana.chaves@embrapa.br

³Federal University of Sergipe, Sergipe, tpnunes@uol.com.br

⁴Federal Institute of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, food@globo.com

Abstract

The world's population is increasingly interested in ready to eat, healthy, nutritious and functional foods. Brazil has a great biodiversity of native fruits and one of them is the jabuticaba. These native fruit is rich in fibers, mainly in the residue (skin and seed) of the jabuticaba processing, which is around 50% of the fruit weight. Thus, the objective of this research was characterize the residue of the jabuticaba Sabará (*Plinia cauliflora*) type dehydrated by two different methods: dehydration in a tray dryer with forced air circulation at 45 °C (R1) and lyophilization (R2). The characterization of the skin and seed (residue) of the jabuticaba processing by means of physic-chemical and microbiological parameters, bioactive compounds (phenolic, antioxidant and total anthocyanins content), particle size and instrumental color. The residue R1 presented values of total fibers (26.2±0.02 g/100 g), moisture (6.19 g/100 g) and pH (3.42) significantly (p<0.05) higher than residue R2. The residue R2 presented values of total acidity (110.3 mEq NaOH/100 g) and acidity in citric acid (7.06 g/100 g) significantly (p<0.05) higher than R1. Microbiological analyzes confirmed satisfactory sanitary hygienic conditions of the processing, the total coliform counts at 35 °C and thermotolerant coliforms at 45 °C were lower than 3.0 NMP/g for both residues, the were below the maximum limit permitted by the current Brazilian legislation. The mold and yeast counts of R1 was 1.0x10³ CFU/g and R2 was 2.2x10³ CFU/g, both were below the maximum limit (10⁴ CFU/g) permitted. There was no significant difference (p> 0.05) in the mean of the particle size of R1 (80.8 µm) and R2 (80.7 µm).

Keywords: jabuticaba, residue, dehydration, fiber, bioactive compounds.

Resumo

Caracterização do resíduo de jabuticaba desidratado e liofilizado

A população mundial está cada vez mais interessada em alimentos prontos para consumo, saudáveis, nutritivos e funcionais. O Brasil tem uma grande biodiversidade de frutas nativas e uma delas é a jabuticaba. Esta fruta nativa é rica em fibras, principalmente no resíduo (casca e semente) do processamento da jabuticaba, que é cerca de 50% do peso da fruta. Assim, o objetivo desta pesquisa foi caracterizar o resíduo da jabuticaba do tipo Sabará (*Plinia cauliflora*) desidratado por dois métodos diferentes: desidratação em um secador de bandeja com circulação de ar forçada a 45 °C (R1) e liofilização (R2). Caracterizar a casca e da semente (resíduo) do processamento de jabuticaba por meio de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, compostos bioativos (teor de compostos

fenólico, capacidade antioxidante e teor de antocianinas totais), tamanho de partícula e cor instrumental. O resíduo R1 apresentou valores de fibras totais ($26,2 \pm 0,02$ g/100 g), umidade (6,19 g/100 g) e pH (3,42) significativamente ($p < 0,05$) maior do que o resíduo R2. O resíduo R2 apresentou valores de acidez total (110,3 mEq de NaOH/100 g) e acidez em ácido cítrico (7,06 g/100 g) significativamente ($p < 0,05$) superior a R1. As análises microbiológicas confirmaram as condições higiênicas sanitárias satisfatórias do processamento, as contagens de coliformes totais a 35 °C e os coliformes termotolerantes a 45 °C foram inferiores a 3,0 NMP/g para ambos os resíduos, ficando abaixo do limite máximo permitido pela legislação brasileira vigente. As contagens de bolores e leveduras de R1 foi de $1,0 \times 10^3$ UFC/g e R2 foi de $2,2 \times 10^3$ CFU/g, ambos estavam abaixo do limite máximo (10^4 CFU/g) permitidos. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na média do tamanho de partícula de R1 (80,8 μm) e R2 (80,7 μm).

Palavras-chave: jaboticaba, resíduo, desidratação, fibra, compostos bioativos.

Introduction

The jaboticaba of the species Sabará (*Plinia cauliflora*) is a native fruit from Brazil, that has high productivity and it has a great economic potential considering it can be transformed in different products due to its unique sensorial characteristics. It is a fruit widely appreciated; besides it has a potential functional claim (Junior et al., 2011).

Due to the high activity of water and high sugar content, jaboticaba has a very limited shelf life. Because of the perishability, usually it is transformed into different products, such as: jelly, jam, juice, frozen pulp and fermented products (liqueur, "wine" and vinegar).

Jaboticaba skin has been extensively studied in recent years due to the high content of fibers, pectin and anthocyanins. It has different compounds, substances that control the blood sugar and cholesterol levels, helping to reduce the incidence of heart disease and gallstones (Ferreira et al., 2012). However, in general the residue (skin and the seeds representing around 50% of the initial mass of the whole fruit) of jaboticaba is discarded or it is used for animal feed.

This residue, mainly the skin, has a unique phytochemical composition with the presence of compounds of great interest, such as the different polyphenols, tannins, anthocyanins, cyanidin-3-glucoside, delphinidin-3-glycoside, depsides, gallotannins, elagitannins and others. Moreover, the flour from the jaboticaba residue has around 15% of fibers and it is rich in pectin.

Different studies were carried out with the application of jaboticaba skin in different food products. It was used as a flour (by convective dehydration or freeze-dried) or as an extract (liquid or dehydrated). The ice cream was formulated with the flour jaboticaba skin, the physical-chemical and sensorial characteristics of the product were evaluated. The study concluded that the addition of up to 5% of jaboticaba of skin flour provided an increase in nutritional value of the ice cream without affecting the sensorial characteristics (Lamounier et al., 2015).

This research aims to characterize the jaboticaba residue in order to find out how the dehydration method affects the composition and content of bioactive compounds.

Material and Methods

The jaboticaba species (*P. cauliflora*) were purchase from the Boa Vista Farm, in Lagoa Branca, in Casa Branca municipality, State of São Paulo.

The jaboticaba fruits were transported to Embrapa Agroindustry of Food in Rio de Janeiro where it have had been washed. The sanitization of the fruits was by immersion in chlorinated water (200 ppm for 15 minutes). And then the jaboticaba fruits were processed in order to separate the skin and seeds (residue) from the pulp (Bonina 0.25 df).

The jaboticaba residue was divided into two parts for dehydration. Half of it was dried in a convective tray dryer with forced air circulation at 45 °C until reaching constant weight (this process last 36 hours). In the freeze-drying process, the residue was frozen at -18 °C for 12 hours. The lyophilization carried out with a lyophilizer (Edwards Pirani 50I), at a pressure of -1 atm and a temperature of -50 °C for 30 hours, reaching the maximum temperature of 40 °C.

The dehydrated jaboticaba residue was ground in a hammer mill and packaged in vacuum metallized polyethylene packs and then it was stored in a cold chamber at -18 °C until use.

The jaboticaba residue flour was characterized by physico-chemical, microbiological parameters, phenolic compounds content, antioxidant capacity, total anthocyanins content, particle size and instrumental color.

Total dietary fiber, moisture, pH, acidity (% of citric acid) and total acidity analyses were performed according to the methodologies described by AOAC (2010). To determine the water activity, the AquaLab apparatus (Washington, USA) was used according to the manufacturer's instructions.

Microbiological analyzes of total coliforms, thermotolerant coliforms and molds and yeasts were counted according to APHA (2001).

Total phenolic compounds determination was performed according to the spectrophotometric method proposed by Singleton & Rossi (1965), modified by Georgé et al. (2005) and the results were expressed as Gallic acid equivalent.

Antioxidant activity determination was evaluated by two methods, by ABTS and by ORAC. Following the ABTS method, the results were expressed in Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC), the extracts were obtained according to the methodology described by Rufino et al. (2007) and the quantification was performed according to Re et al (1999). Using the Oxygen Radical Antioxidant Capacity (ORAC) method, the results were expressed in Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) based on the methodology described by Zuleta et al. (2009). The differential pH methodology was used the evaluated the anthocyanin content by according to Giusti and Wrolstad (2001) and adapted by Cruz (2013).

The particle size distribution of the jaboticaba flours was analyzed using a laser particle analyzer (Microtrac Inc., Montgomery Ville, USA). In the analysis was used distilled water as a dispersant and the refractive index of 1.33 (AACC, 2010).

Instrumental color analysis was performed by reflectance using in the equipment Color Quest XE, CIELAB and CIELCh scale. It was used a 25 mm diameter aperture, with a D65/10 illuminant and it measured the parameters: L* (the brightness); a* (-80 to zero = green, from zero to +100 = red); b* (-100 to zero = blue, from zero to +70 = yellow) and C* (Chroma) that defines the intensity or the saturation of color (Fernandes et al., 2010).

The experiment followed a completely randomized design and all the analysis were performed in triplicate. The results were submitted to variance analysis and to the Student

test for comparison of means, at the 5% probability level using statistical program SAS[®] version 8.1.

Results and Discussion

The jabuticaba flour consists mainly of dietary fibers (Table 1). According to Brazilian regulation (Resolution RDC N° 54/2012), food products with a minimum of 6% of fibers can be classified as "high fiber content" (Brasil, 2012). Therefore, the dehydrated jabuticaba flours R1 and R2 can be considered as an ingredient with high fiber content, R1 had a significantly ($p<0.05$) higher total fiber content than R2.

Ferreira et al. (2012) found lower total fiber values (15.25%) than those observed in this study, they used the flour of the jabuticaba skin in the formulation of cookies. Leite-Legatti et al. (2012) studied the freeze-dried jabuticaba skin flour and found total fiber contents of 25% higher than that what was found in R2 using the same dehydration method.

According to Brazilian legislation, flours may contain maximum moisture content of 15% (BRASIL, 2005). The jabuticaba flours analyzed were in conformity with the legislation. The moisture found in jabuticaba flour R1 (6.61%) was significantly ($p<0.05$) lower than what was found in R2 (7.06%). Other researchers observed moisture values higher than this study. Zago (2014) characterized the jabuticaba skin flour found 11.1% of moisture; Boari et al. (2008) found 12.05% and Leite-Legatti et al. (2012) observed 15.33% of moisture in the jabuticaba skin. Alves et al. (2014) studied the moisture behavior of a dehydrated jabuticaba skin flour during 12 months of storage and they found a significant increase in the moisture content from 9.28% to 14.01%.

The R1 (0.40) and R2 (0.23) flour analyzed showed a low water activity, there was a significant difference ($p<0.05$) between them. These values are within the maximum limit to be safe, to avoid multiplication of microorganisms (Chiste et al., 2006).

The pH values of the jabuticaba flour allow to classify them as an acidic food, the pH of R1 (3.42) was significantly ($p<0.05$) higher than the R2 (3.32). Zago (2014) and Boari et al. (2008) in their studies with jabuticaba skin flour found values of 3.90 and 3.47, respectively. These values were very close to those observed in this study. Lima (2009) analyzing the pH of the skin (3.39) and the seed (3.97) of the jabuticaba Sabará also found similar values.

Total acidity and citric acid acidity analyzes in R2 (7.06% and 110.3) were significantly ($p<0.05$) higher than the values found in R1 (6.61% and 103.4). The values of acidity in citric acid found in this study were higher than what was found by Zago (2014) and Boari et al (2008), it was 1.55% and 1.37%, respectively.

The acidity values observed in this research are in agreement with the pH values. According to Ferreira et al (2013), low values of titratable acidity may be associated with the transformation of organic acids between carbon dioxide and water during storage.

The results of thermotolerant coliforms (<3 CFU/g) and total coliforms (<3 CFU/g), in the jabuticaba residues flour R1 and R2 confirm the good hygienic sanitary conditions of processing. The molds and yeasts values of R1 (1.0×10^3 CFU/g) and R2 (2.2×10^3 CFU/g) are below the maximum limit (10^4 CFU/g) allowed by Brazilian legislation (Brasil, 2001). Thus, it can be stated that the pre-processing and dehydration conditions of the both flours were adequate.

The jabuticaba flours R1 and R2 presented high levels of phenolic compounds, of total anthocyanins and high antioxidant activity by ABTS⁺ and by ORAC methods (Table

2). These high levels of phenolic compounds and anthocyanins are compatible with the high antioxidant activity. There was no significant difference between treatments applied to phenolic compounds, total anthocyanins and antioxidant activity by the ABTS⁺.

Araújo et al. (2013) evaluated the extraction of the phenolic compounds from the jabuticaba skin dehydrated at 45 °C observed lower values when compared to this study of 403 mg of gallic acid in 100 g of sample. These authors, when evaluating the antioxidant capacity of these samples using the ABTS⁺ method, found similar values to the observed in this research of 1017.8 µmol trolox in each gram of sample (Araújo et al, 2013).

The US Department of Agriculture published a list of 277 foods based on the antioxidant activity by the ORAC method (Haytowitz et al., 2010). The antioxidant activity determined by the ORAC method of R1 was significantly ($p < 0.05$) higher than R2. The high values of total phenolic compounds are responsible for the high antioxidant capacity of the fruits (Bahramikia et al., 2009; Sahreen et al., 2010; Barros et al., 2012).

Alves et al (2011) analyzed the total anthocyanins content in the jabuticaba skin flour dehydrated at 45 °C and found values of 646 mg/100 g, close to what was found in this research, and 205.7 mg/100 g in the freeze-dried, lower value than found in this research.

In the particle size distribution analysis the flour R1 and R2 there was no significant difference ($p > 0.05$), it was 80.8 µm and 80.7 µm, respectively. In R1 flour sample about 60% of the particles passed through a 79.63 µm aperture, while in the R2 about 80% of the particles passed through a 65.16 µm aperture. Since R1 and R2 have particles smaller than 500 µm, they are classified as powder.

On the chromatographic coordinates a^* and b^* of the jabuticaba flour, it can be observed that R2 presented values significantly higher than those found in R1, as well as in the value of L^* (Table 3). Due to the values of R1 and R2, they were classified as purplish color.

The coordinate a^* , in R1 and R2 are represented by positive values, indicate shades that tend to red, while the coordinates of b^* indicate a tendency toward yellow. Observing the values of the intensity of red ($+a^*$) and intensity of yellow ($-b^*$), it was verified that there was predominance of the intensity of red on the intensity of yellow.

Alves et al (2014) found L^* values (37.10) lower than those found in this study. The drying temperature of the samples, favoring the darkening, and it can influence the luminosity.

The low dehydration temperatures of 45 °C (R1) and 40 °C (R2) contributed to maintain of high phenolic compounds, total anthocyanins and antioxidant capacity. According to Leonid et al. (2006), nutrients, bioactive compounds and pigments are sensitive to thermal processing.

Conclusions

The jabuticaba flour R1 presented higher concentration of dietary fiber, phenolic compounds and antioxidant capacity, whereas the R2 showed a higher concentration of anthocyanins.

Both dehydrated jabuticaba flours presented satisfactory sanitary hygienic conditions and confirmed the effectiveness of the pre-processing steps and the dehydration processing employed, ensuring the microbiological quality.

Therefore, both flours R1 and R2 studied are interesting ingredients to apply in the food industry in different products to provide color and to increase the fiber content. Besides, they showed a high antioxidant activity due to the presence of phenolic compounds and anthocyanins that can possibly bring health benefits to consumers.

Acknowledgement

The authors wish to acknowledge financial support from CNPq (Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior), grant number 460693/2014-0 (Avaliação do potencial prebiótico de farinha de casca de jaboticaba em leite fermentado probiótico de jaboticaba), Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) and Federal Rural University of Rio de Janeiro (UFRRJ).

References

- APHA - American Public Health Association. 2001. 4th ed. Compendium of methods for the microbiological examination of foods, Washington, DC.
- Alves, A.P.C., Corrêa, A.D., Lino, J.B.R. & Marques, T.R. 2014. Physicochemical properties of jaboticaba skin flour stored at room temperature. *Boletim do Centro de Pesquisas de Processamento de Alimentos* 32:271-280.
- AOAC - Official Methods of Analysis of the AOAC International. 2010. 18th ed., 3rd rev. Gaithersburg, MD.
- Bahramikia, S., Ardestani, A. & Yazdanparast, R. 2009. Protective effect of four Iranian medicinal plants against free radical-mediated protein oxidation. *Food Chemistry* 73:37-42.
- Barros, H.R.M., Ferreira, T.A.P.C. & Genovese, M.I. 2012. Antioxidant capacity and mineral content of pulp and peel from commercial cultivars of citrus from Brazil. *Food Chemistry* 134:1892-1898.
- Boari Lima, A.J., Corrêa, A.D., Alves, A.P.C., Abreu, C.M.P. & Dantas-Barros, A.M. 2008. Caracterização química do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 58:416-421.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2012. Regulamento técnico sobre informação nutricional complementar, Brasília, DF.
- Brasil. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo, Brasília, DF.
- Chiste, R.C., Cohen, K.O., Mathias, E.A. & Ramoa Junior, A.G.A. 2006. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. *Food Science and Technology* 26:861-864.
- Fernandes, A.M, Soratto, R.P, Evangelista, R.M & Nardin, I. 2010. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. *Horticultura Brasileira* 28:299-304.
- Ferreira, A.E., Ferreira, B.S., Lages, M.M.B., Rodrigues, V.A.F., Thé, P.M.P. & Pinto, N.A.V.D. 2012. Produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jaboticaba em cookies tipo cookie. *Alimentação e Nutrição* 23:603- 607.
- Ferreira, M.S.L., Santos, M.C.P., Moro, T.M.A., Basto, G.J., Andrade, R.M.S. & Gonçalves, É.C.B.A. 2013. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology* 52: 822-830.

- Georgé, S., Brat, P., Alter, P. & Amiot, M. J. 2005 Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53:1370-1373.
- Haytowitz, D.B., Bhagwat, S.A., Prior, R.L., Wu, X., Gebhardt, S.E. & Holden, J.M. 2010. Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of selected food, release 2. Nutrient Data Laboratory.
- Junior, A.W., Silva, J.O.C., Pimentel, L.D. Santos, C.E.M & Bruckner, C.H. 2011. Germinação e desenvolvimento inicial de duas espécies de jaboticabeira em função do tamanho de sementes. *Acta Scientiarum. Agronomy* 33:105-109.
- Lamounier, M.L., Andrade, F.C., Mendonça, C.D. & Magalhães, M.L. 2015. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes* 70:93-104.
- Leite-Legatti, A.V., Batista, Â.G., Dragano, N.R.V., Marques, A.C., Malta, L.G., Riccio, M.F., Eberlin, M.N., Machado, A.R.T., Silva, L.B.D., Ruiz, A.L.T.G., Carvalho, J.E., Pastore, G.M. & Maróstica Júnior, M.R. 2012. Jaboticaba peel: antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. *Food Research International* 49:596-603.
- Leonid, A.B., Vladimir, P.G., Andrew, V.B., Alexander, M.L., Valeriy, L. & Vladimir, A.K. 2006. The investigation of low temperature vacuum drying processes of agricultural materials. *Journal of Food Engineering* 74:410-415.
- Re, R., Pellegrini N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. & Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine* 26:1231-1237.
- Rufino, M.S.M., Alves, R.E., Brito, E.S., Morais, S.M., Sampaio, C.G., Pérez-Jiménez, J. & Saura-Calixto, F. 2007. Comunicado técnico - Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical.
- Sahreen, S., Khan, M.R. & Khan, R.A. 2010. Evaluation of antioxidant activities of various solvent extracts of *Carissa opaca* fruits. *Food Chemistry* 122:1205-1211.
- Singleton, V.L. & Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic-acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 6:144-168.
- Zago, M.F.C. 2014. Aproveitamento de resíduo agroindustrial de jaboticaba no desenvolvimento de formulação de cookie para a alimentação escolar. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia p.124.
- Zuleta, A., Esteves M.J. & Frígola. A. 2009. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity for food products. *Food Chemistry* 114:310-316.

Table 1 - Physico-chemical results of jaboticaba flour R1 and R2. Different letters in the columns indicate significant difference ($p < 0.05$).

Jaboticaba flour	Dietary fibers	Moisture (g.100 g ⁻¹)	Acidity in citric acid	Total acidity (meq NaOH .100 g ⁻¹)	pH	Water activity
R1	26.20 ^a	6.19 ^a	6.61 ^b	103.41 ^b	3.42 ^a	0,400 ^a
R2	17.34 ^b	5.30 ^b	7.06 ^a	110.30 ^a	3.32 ^b	0,228 ^b

Table 2 - Phenolic compounds, total anthocyanins and antioxidant capacity by the ABTS⁺ and ORAC methods. Different letters in the columns indicate significant difference (p<0.05).

Jaboticaba flour	Phenolic compounds (mg gallic acid.100 g ⁻¹)	Total anthocyanins (mg100 g ⁻¹)	Antioxidant capacity (μmol trolox/ g)	
			ABTS ⁺ (TEAC)	ORAC
			R1	544,37±6,84 ^a
R2	458,37±9,45 ^a	822,45±30,99 ^a	955,85±58,09 ^a	421,43±19,61 ^b

Table 3 -. Luminosity components (L*), chromatographic coordinates (a* and b*) and h_{ue} angle evaluated in the jaboticaba residue flours R1 and R2. Different letters indicate significant differences between treatments (p<0.05).

Jaboticaba flour	L*	a*	b*
R1	44.97 ± 0.30 ^b	9.27 ± 0.28 ^b	1.68 ± 0.11 ^b
R2	48.46 ± 0.69 ^a	13.30 ± 0.57 ^a	2.69 ± 0.18 ^a

Vacuum infusion of pectin methylesterase and calcium maintains firmness of the fresh-cut strawberry

Carnelossi, M.A.G.¹, Brecht, J.A.², Huber, D.² Carvalho, L.M.³ & Sargent, S.A.²

¹UFS, São Cristóvão, SE, carnelossi@ufs.br

²UF, Gainesville FL, jkbrecht@ufl.edu, djhuber@ufl.edu, sasa@ufl.edu

³Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, luciana.carvalho@embrapa.br

Abstract

Fruit quality is related to maintenance of texture. Fruit firmness is a critical factor for successful harvest and handling. Solutions of pectin methylesterase (PME) and/or calcium were vacuum infused into fresh-cut strawberries to determine the potential to better maintain cellular integrity. The calyx and peduncle of strawberries (*Fragaria x ananassa*) fruit were removed and strawberries were cut in half (longitudinally). After cut strawberries were immersed in cooled chlorinated (5 ± 0.5 °C, 200 mg L^{-1}) during 10 min. After the sanitization the strawberries were submitted to rinse and to drainage during 5 min perforated trays at the processing environment temperature, 5 ± 1 °C under 79 ± 2 % RH. Infusion treatments were: non-vacuum treated (C, control), water (WI), PME solution (10 U mL^{-1}), PME + 1% (w/v) calcium lactate (PME + Ca) and 1% (w/v) calcium lactate (Ca). After infusion, each drained replicate (100 g fresh cut strawberries) was packaged on PP trays with a layer of napkin in the bottom and wrapped in OPA PP (ORVED) film and stored at 5 ± 1 °C and 78-82% RH. After 4 and 8 days 4 samples each treatment were analyzed for quality (decay, freshness, bruising, firmness) and for composition (alcohol insoluble solids), electrolytic leakage, galacturonic acid (GalA) content and degree of methylation (DM). Infusion increased mass retention of the fruit by 4%, indicating water uptake occurred. Infusion of PME increased electrolytic leakage after 4 days of storage. PME + Ca decreased DM of pectin and increased firmness. The infusion in all treatments did not alter significantly the GalA content (200 mg.g^{-1} AIS). Calcium lactate resulted in maintenance to DM indicated possible calcium lactate may inhibit the PME endogenous or promote higher “egg-box” conformation. The use of the vacuum infusion of PME + Ca shows potential as a method to preserve quality and firmness of strawberries.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, postharvest, vacuum infusion, calcium lactate, PME, fruit quality.

Resumo

Infusão a vácuo de pectina metilesterase e cálcio na manutenção da firmeza de morangos minimamente processados.

A qualidade de frutos está relacionada com a manutenção da textura. A firmeza dos frutos é um fator crítico para a colheita e manuseio eficiente. Soluções de pectina metilesterase (PME) e/ou cálcio foram aplicadas por meio de infusão à vácuo em morangos minimamente processados para manter a integridade e qualidade celular. O cálice e o pedúnculo de morangos (*Fragaria x ananassa*) foram removidos e os frutos cortados longitudinalmente. Após cortados foram imersos em água clorada ($5 \pm 0,5$ °C, 200 mg L^{-1}) por 10 min. Após higienização, morangos foram submetidos ao enxágue e drenagem por 5 minutos em bandejas perfuradas mantidos a 5 ± 1 °C e 79 ± 2 % de UR. Os tratamentos de infusão foram: tratamento sem vácuo (C, controle), água (WI), solução de PME (10 U mL^{-1}), PME 1% (p/v) + lactato de cálcio (PME + Ca) e 1% (p/v) lactato de cálcio (Ca). Após a

infusão, a solução foi drenada e cada repetição (100 g) foi embalada em bandejas PP (100 x 140 x 40 mm) com uma camada de guardanapo no fundo, selada com filme OPA PP (ORVED) e armazenada a 5 ± 1 °C e 78-82% de UR. Após 4 e 8 dias, 4 amostras de cada tratamento foram analisadas quanto à qualidade (deterioração, frescor, danos e firmeza) e composição (sólidos insolúveis em álcool (AIS), extravazamento eletrolítico, teor de ácido galacturônico (GalA) e grau de metilação (DM). A infusão de PME aumentou o extravazamento eletrolítico após 4 dias de armazenamento. PME + Ca reduziu a DM e aumentou a firmeza. A infusão não alterou o teor de GalA (200 mg.g⁻¹ AIS). O lactato de cálcio resultou em manutenção do DM indicando uma possível inibição do lactato de cálcio na PME endógena ou promoção de uma maior conformação de "caixa de ovo". O uso da infusão a vácuo com PME + Ca é um método potencial para preservar a qualidade e a firmeza dos morangos.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, pós-colheita, infusão a vácuo, lactato de cálcio, PME, qualidade de frutos.

Introduction

Strawberry (*Fragaria x ananassa*) is appreciated for its characteristic color, flavor, and aroma, however, are among the most perishable fruits and susceptible to mechanical injury, water loss, decay, and physiological deterioration (Mitcham, 2016).

Fresh-cut fruit are generally more perishable than whole fruits because they have been subjected to physiological stresses caused by wounding and minimally processing methods (Ma et al., 2017). The fresh cut fruit quality result of reducing on deterioration rate and maintenance of texture, color, flavor and aroma, to keep them attractive to the consumer as long as possible (Rico et al., 2007). The texture of fruit is one of the most important factors to determine the acceptance by consumers which may limit the acceptance aspect when food is very different from what the consumer expects (Shewfelt, 1999).

The decrease on firmness (texture of the fruit pulp) in intact or fresh cut fruits has been attributed to changes and degradation of cell wall components such as cellulose, hemicellulose and pectin (Ma, et al, 2017). Decrease on firmness during ripening is associated with the degradation of pectin in the cell wall, caused by the activity of hydrolases, such as pectin methylesterase (PME, EC 3.1.1.11) and polygalacturonase (PG) (Kohli et al., 2015).

The degradation of the polysaccharide can be performed by primary demethylation with pectinesterase, releasing methanol and the formation of pectates by depolymerization (decrease on the size of the polymer chain) with hydrolysis (acid or enzymatic) of bonds α (1 \rightarrow 4) PG, or β -elimination reactions under the action of pectin lyase and pectate lyases of microbial origin (Singthong et al, 2004). The demethylation of pectin results in a higher number of carboxylic acid groups, which can facilitate the action of polygalacturonase, which degrades pectin (Michelli, 2001). Pectin demethylation can improve the texture of fruits and vegetables since the resulting free carboxyl groups can be crosslinked with divalent ions such as Ca^{+2} , forming a fortifying network. Moreover, a decrease on the degree of methoxylation (DM) reduces the sensitivity of pectin to thermal depolymerization by β -elimination (Kohli et al., 2015).

Recently studies have been done using the PME infusion or PMR plus Calcium infusion in fresh-cut papayas (Yang et al., 2017), apples (Guillemin et al., 2008) and strawberries fruits (Fraeye et al., 2009). Fraeye et al. (2010) evaluated the evolution of the texture of strawberries infused with PMEs and calcium, and verified increase on firmness and preservation on microstructure under high pressure. Guillemin et al. (2008) verified on apple that incorporated PME, or by dipping or by vacuum impregnation, resulted in better penetration and more even distribution of the enzyme in the fruit and the use of PME plus calcium resulted in a firming effect.

Calcium forms covalent bonds with homogalacturonan loaded, thus strengthening the cell wall. The calcium and the pectin complex (“egg box” model) acts as a cement providing firmness to the plant tissue and contributing on the maintaining cell membrane integrity, promotes delaying maturation and senescence and is a signaling in ethylene biosynthesis and signal transduction (Aghdam et al., 2012).

Calcium chloride is commonly used as a firming agent with many products in industries, such as apples (Sams et al., 1993) and strawberries (Garcia et al., 1996). Studies have shown that the presence of residual calcium found at the food surface confers bitter taste (Luna-Guzman & Barrett, 2000). The use of calcium lactate can be an alternative to solve this problem. It was tested in processed strawberries (Morris et al., 1985) and mangoes (Kirtil et al., 2014). In addition, Luna-Guzman & Barrett (2000) evaluated the use of calcium lactate and calcium chloride on maintaining the firmness of minimally processed cantaloupe, they verified the same hardening effect, but firmness was higher on samples treated with calcium lactate. In fresh cut “Gaia melon”, a considerable loss of flavor was verified, except the treatments with Ca chlorine, lactate, and ascorbate, found acceptable from the consumer point of view (Silveira et al., 2011).

The aim of this work was to evaluate the utilization of PME and Ca^{+2} as an alternative treatment for maintaining the firmness and quality of the fresh cut strawberries in order to provide a product with proper texture for the market.

Material and Methods

Fresh-cut processed

Strawberry fruits were obtained from a local market. The calyx and peduncle were removed by hand and the peduncle using a sharp blade, 3 mm from the base. Strawberries were cut in half (longitudinally) using sharp blades. After cut strawberries were immersed in cooled chlorinated water at $5\pm 0.5^\circ\text{C}$ at the concentration of 200 mg L^{-1} during 10 min. After the sanitization the strawberries were submitted to rinse at in cooled chlorinated water at $5\pm 0.5^\circ\text{C}$ at the concentration of 5 mg L^{-1} during 10 min, then strawberries were submitted to drainage during 5 min perforated trays at the processing environment temperature, $5\pm 1^\circ\text{C}$ under $79\pm 2\%$ RH.

Vacuum infusion of strawberries

The infusion was done by dipping fresh cut strawberries in a solution (100 g strawberries per 150 ml at 5°C). The beaker containing the fruits was placed in a desiccator connected to a vacuum pump; when switching on the pump, pressure decreased quickly. Starting from the moment a pressure of 12Kpa was reached, the strawberries were left in the vacuum for 10 minutes. After this time the pressure slowly dropped to 0 kPa and was

built up slowly (ca 1min) to atmospheric pressure. The infusion solution was discarded. Each group of strawberries was drained and weighed just after infusion.

The fresh cut strawberries were infused divided into 5 treatments: fresh cut strawberries without vacuum infusion (C) this treatment was used as control, only water vacuum infusion (WI), Pectin methylesterase (PME) infusion solution, Pectin methylesterase plus 1% (w/v) Calcium lactate (PME+ $(C_3H_5O_3)_2Ca$) infusion solution and only 1% (w/v) calcium lactate ($(C_3H_5O_3)_2Ca$) infusion solution. A commercial preparation of *Aspergillus oryzae* PME (Novoshape, NovozymesBagsvaerd, Denmark) was diluted till a final enzymatic activity of $10 U mL^{-1}$.

After the infusion, the fresh cut strawberries were dried for at 5 min on perforated trays at the processing environment temperature, $5\pm 1^\circ C$ under $79\pm 2\%$ RH. After dried 100 g fresh cut strawberries were placed on PP trays (100 x 140 x 40 mm) with a layer of napkin in the bottom and wrapped in OPA PP (ORVED) film. The OPA PP film was perforated so that the O_2 and CO_2 concentration stay in 21 and 0.03 %, respectively and the kept in a cold room at $5\pm 0.5^\circ C$, under $79\pm 2\%$ RH from 8 days. Each 4 days samples were removed to isolation of alcohol insoluble solids (AIS), electrolytic leakage, quality analysis (decay, freshness and bruising), firmness analysis, determination of galacturonic acid (GalA) content and degree of methylation (DM).

Isolation of alcohol insoluble solids (AIS)

The alcohol insoluble solids, with cell wall material were isolated from raw samples (Huber, 1984). 20 g of strawberries were homogenized in 80 mL of 100% ethanol using a Sorvall Ominimixer for 3 min. The homogenate was refluxed for 30 min in boiling water bath. When necessary 100% ethanol was added to keep ethanol at the initial level. Then it was storage overnight at $-20^\circ C$. The suspension was filtered through glass microfiber filter (GF/C 55.5mm) in an aspiration flask. The material was washed with 200 mL 80% ethanol under slow aspiration. Then washed with 100 mL 100% acetone. Acetone was removed by aspiration and the powder-air dried in an oven ($39^\circ C$) for one day.

Electrolytic Leakage

Mesocarp of fresh cut strawberries was excised in cubes (5mm x 2mm), 2g this tissue was rinsed with water distilled, dried on paper and placed into glass tubes with 35mL of 0.4M isotonic mannitol solution and kept at $23^\circ C$ for 4h (Villalta & Sargent, 2004). The conductivity of the bathing solution was measured after 4 h of incubation at $25^\circ C$ by an YSI-31, conductivity bridge equipment with a conductivity cell (Model 3403, Yellow Springs, OH, USA). The total electrolyte content was determined after (24h at $-20^\circ C$), thawing and heating the cubes and in a boiling water bath for 30 min. Electrolyte efflux was expressed as a percentage of total tissue electrolytes.

Quality analysis (freshness, decay, and bruising)

The freshness was determinate in according to the following scale: 9 = excellent, full fresh appearance, high sheen; 7=good: still looks fresh, still shiny; 5=fair: not fresh appearance, low sheen, limit of marketability; 3=poor: dull, limit of usability; 1= extremely poor, shriveled appearance. The decay was determinate on the number of pieces of fruits with no incidence of postharvest decay, especially visible mycelia growth. The

bruising was determinate on the number of pieces of fruits with no postharvest mechanical damage.

Firmness analysis

The pulp firmness was measured on opposing sides of each fresh cut fruits (n=4 fresh cut fruits/clamshell; 16 fruits/treatment/analysis). Using an Instron universal Testing Instrument model 1132 (Instron Corp, Canton, MA) with a 5 kg load, crosshead speed of 10 cm min⁻¹ and a 4mm diameter convex probe. The maximum force necessary to penetrate 3mm into the pulp was determinate and results were expressed in Newton (N).

Determination of galacturonic acid (GalA) and degree of methoxylation (DM)

The GalAc content of AIS was determined as a measure for pectin content. DM of the pectin in AIR was calculated as the ratio of the molar amount of methanol esters to the molar amount of GalA residues. To determine the GalA content, pectin was hydrolyzed using sulfuric acid and next to the concentration of GalA was quantified using the spectrophotometric method as described by Ahmed & Labavitch (1977). To estimate the amount of methanol esters, a pectin solution was saponified to pectate and methanol according to the procedure described by Ng and Waldon (1997). The amount of methanol release was measured using the spectrophotometric method of Wood and Siddiqui (1971).

Statistical analysis

The experiment was performed according to a completely randomized design with 4 repetitions each treatment and the experiment was made two time and the data were analyzed by ANOVA and the averages were compared by least significant difference test for multiple comparisons test, where differences between two greater than the sum of two standard deviations treatments were considered significant at the 5% probability (Shamaila et al., 1992).

Results and discussion

Influence of infusion on weight, cell integrity and quality

Upon infusion treatment the strawberries weight increased by 4% (fig. 1). This weight gain of strawberries was due to water uptake by the strawberries and retained by the strawberries. This results also verified by Fraeye et al. (2010) to strawberries after enzyme infusion. After 4 days of storage the weight was similar to initial weight because the fresh-cut strawberries were stored in a cold room at 5 °C with 79% RH in perforated trays. This condition did not affect the strawberries appearance.

Electrolyte leakage (fig. 2) from fresh-cut fruits remained constant (about 50%) in all treatments during storage. By contrast, fruit treated with PME exhibited an increase in electrolyte leakage on 4 days of storage. The role of PME has been intensively examined in relation to modification in the cell wall structure (Pelloux et al, 2008). The demethylesterification due to the PME activities can release protons that promote the action of endopolygaracturonases and contribute to cell wall loosening (Micheli, 2001). This effect can also modify the structure of the cell membrane and facilitate the loose of the electrolytes.

No decay was found on fresh-cut fruit at 4 days after vacuum infusion, however, all treatments showed about 8,5% decay at 8 days at storage. Strawberries were

lower sensitive to decay. This lower decay might be related to the efficiency of the sanitization prior the infusion and to the storage temperature (5 °C).

Bruising was verified on fruits after 8 days storage. These results are probably a consequence of good handling and the type of used trays which protected the fresh cut strawberries from bruising during storage.

Strawberries appeared fresh during cold storage, but they lost the fresh appearance after 8 days of storage. The freshness was rated as excellent (around 9=full fresh appearance, high sheen) after cut in all treatments but decreased to around 8 (good) when without treatment or only water or PME infusion. When treated with only calcium the fresh-cut freshness was 9 after 4 days. A storage period of 8 days to fresh cut was too long to maintain the good appearance of the product. Normally the shelf life to fresh cut strawberries is shorter (Costa et al., 2011).

Firmness

The initial firmness of the fresh cut strawberries varied slightly during the storage time (fig. 2). For treatments with PME plus calcium lactate infusions the firmness increased significantly. The use of the PME or calcium lactate increased the firmness when compared with the controls, but less than the use of the PME plus calcium lactate (fig. 3). Fraeye et al. (2010) had similar results, they verified that strawberries firmness increased significantly upon PME+Ca⁺² infusion. This behavior was attributed to the first PME action on the demethylation of pectin results in a higher number of carboxylic acid groups, which facilitate the bridging by Ca⁺² of antiparallel homogalaturonic chains with negatively charged carboxyl groups to pectin form structure called “egg-boxes” increase the firmness to product (Aghdam et al., 2012, Guillemain et al, 2008).

Galacturonic acid (GalA) content and degree of the methoxylation (DM)

The infusion did not alter significantly the GalA content in AIS, the average of the GalA was 200 mg.g⁻¹ AIS (fig. 3). Similar results were obtained by Fraeye et al. (2010), with the GalA content was about 175 mg GalA g⁻¹ AIR and the infusion did not alter de GalA content of AIR of the strawberries.

The DM of pectin in AIS from fresh cut strawberries varied from 35 to 73% (fig. 3). Fraeye et al., (2009) verified the DM of pectin in AIS from fresh strawberries was 74% and Duvetter et al. (2005) found that strawberries non-infused the DM was 67%. Nonetheless the use of PME plus calcium lactate the DM was 35%, indicating that PME had acted on the pectin and facilitated links with calcium and pectin (“egg-boxes” model) increased the firmness of the product (fig. 3).

The use of calcium lactate resulted in maintenance to DM in fresh-cut strawberries (fig. 3) indicated possible calcium lactate may inhibit the PME endogenous or promote higher “egg-box” conformation which hinders the activity of the PME increasing the methylation degree (Aghadam et al., 2012).

Conclusions

Infusion resulted in increased the mass of strawberries indicated water uptake by the strawberries. The use of PME exhibited an increased in electrolyte leakage in 4 days of storage.

The infusion of PME+Ca⁺² in fresh-cut strawberries resulted in a decrease in DM of pectin and increase in firmness probably due to the action of the PME on the demethylation facilitating the link of calcium.

The use of the vacuum infusion and the PME plus calcium on fresh cut strawberries showed as an alternative to preserve the firmness of the product. However further experiments should be done to investigate with more details the effect of the vacuum infusion with PME and calcium on fresh cut strawberries.

References

- Aghdam, M.S., Hassanpouraghdam, M.B., Paliyath & G., Farmani, B. 2012. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. *Scientia Horticulturae* 144, 102-115.
- Ahmed, A. E. R. & Labavitch, J. M. 1977. A simplified method for accurate determination of cell wall uronide content. *Journal of food Biochemistry* 1: 361-365.
- Costa, F.B., Duarte, P.S., Puschmann, R. & Finger, F.L. 2011. Quality of fresh-cut strawberry. *Horticultura Brasileira* 29: 477-484.
- Duvetter, T., Fraeye, I., Hoang, T.V., Buggenhout, S.V., Verlent, I., Smout, C., Loey, A.V. & Hendrickx, M. 2005. Effect of pectinmethylesterase infusion methods and processing techniques on strawberry firmness. *Journal of Food Science*, 70, 383-388.
- Fraeye, I., Knockaert, G., Buggenhout, S.V., Duvetter, T., Hendrickx, M. & Loey, A.V. 2009 Enzyme infusion and thermal processing of strawberries: Pectin conversions related to firmness evolution. *Food Chemistry* 114, 1371-1379.
- Fraeye, I., Knockaert, G., Buggenhout, S.V., Duvetter, T., Hendrickx, M. & Loey, A.V. 2010 Enzyme infusion and thermal processing of strawberries: Mechanistic insight into firmness evolution. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11, 23-31.
- García, J.M., Herrera & S., Morilla, A., 1996. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. *Journal Agriculture Food Chemistry* 44, 30-33.
- Guillemin, A., Guillon, F., Degraeve, P., Rondeau, C., Devaux, M., Huber, F., Badel, E., Saurel, R. & Lahaye, M. 2008. Firming of fruit tissue by vacuum-infusion of pectin methylesterase: visualization of enzyme action. *Food Chemistry* 109, 368-378.
- Huber, D.J. 1984. Strawberry fruit softening: the potential roles of polyuronides and hemiceluloses. *Journal of Food Science* 49 (5): 1310-1315.
- Kohli, P., Kalia, M. & Gupta, R. 2015. Pectin Methylesterase: a review. *Bioprocess Biotech* 5:5-7
- Luna-Guzmán, I. & Barrett, D. M. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. *Postharvest Biology and Technology* 19, 61-72.
- Ma, L, Zhang, M., Bhandari, B. & Gao, Z. 2017. Recent developments in novel shelf life extension technologies of fresh-cut fruits and vegetables. *Trends Food Science and Technology* 64:23-38
- Mitcham, E. 2016. Strawberry. In: K.C. Gross, H.A. Wallace, C.Y. Wang & M. Saltveit. *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and Nursery Stocks*. USDA, ARS. Agr. Hdbk. No. 66.

- <<https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/oc/np/CommercialStorage/CommercialStorage.pdf>>. Accessed August 2017.
- Micheli, F. 2001. Pectin methylesterases: cell wall enzymes with important roles in plant physiology. *Trends in Plant Science* 9: 414-419.
- Ng, A. & Waldron, K.W. 1997. Effect of cooking and pre-cooking on cell wall chemistry in relation to firmness of carrot tissue *Journal of Science Food Agriculture* 73: 503-512.
- Pelloux, J., Rustérucci, C. & Mellerowicz, E.J. 2008. New insights into pectin methylesterase structure and function. *Trends in Plant Science* 12: 267-277.
- Rico, D., Martin-Diana, A.B., Frías, J.M., Barat, J.M. & Barry-Ryan, C. 2007., Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology* 18: 373-386.
- Sams, C.E., Conway, S.W., Abbott, J.A., Lewis, R.J. & Ben-Shalom, N. 1993. Firmness and decay of apples following postharvest pressure infiltration of calcium and heat treatment. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 623-627.
- Shewfelt, R.L. 1999. What is quality?. *Postharvest Biology and Technology* 15, 197-200.
- Singthong, J., Cui, S.W., Ningsanond, S. & Goff, H. D. 2004. Structural characterization, degree of esterification and some gelling properties of Krueo Ma Noy (*Cissampelos pareira*) pectin. *Carbohydrate Polymers* 58, 391-400.
- Silveira, A.C., Aguayo, E., Chisari, M. & Artes, F. 2011. Calcium salts and heat treatment for quality retention of fresh-cut Galia melon. *Postharvest Biology and Technology* 62 77-84.
- Villalta, A.M. & Sargent, S.A. 2004. Response of beil alpha-type cucumbers (*Cucumis sativus* L., *manar*) to continuous ethylene exposure. *Proceeding of Florida State Horticulture. Sci.* 117:368-372.
- Wood, P.J. & Siddiqui, I.R. 1971. Determination of methanol and its application to measurement of pectin ester content and pectin methyl esterase activity. *Anal. Biochemistry* 39:418-28.
- Yang, H., Wu, Q., Ng, L.Y. & Wang, S. 2017. Effects of vacuum impregnation with calcium lactate and pectin methylesterase on quality attributes and chelate-soluble pectin morphology of fresh-cut papayas. *Food Bioprocess. Technol.* 10:901-913.

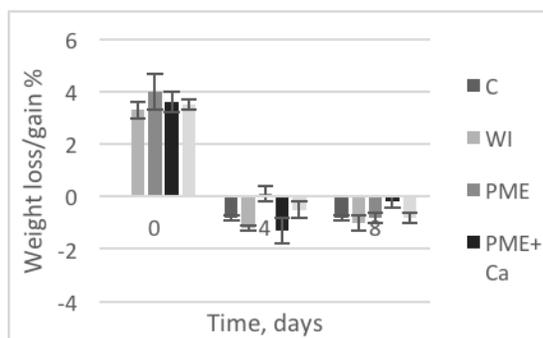


Figure 1 - Weight gain/loss (%) after vacuum infusion (day 0) and during storage (4 and 8 days) of strawberries at 5°C. C-control, WI-Water infusion; PME- only PME infusion, PME + Ca -PME plus Calcium lactate infusion and Ca-only calcium lactate infusion.

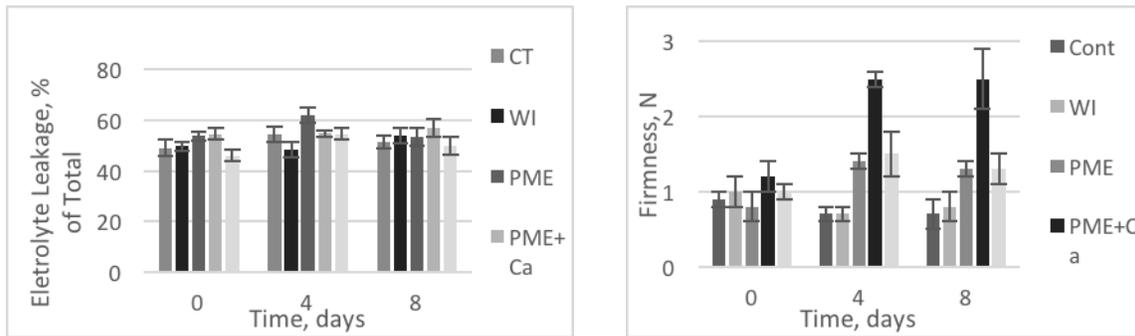


Figure 2 - Electrolyte leakage (%) and Firmness after vacuum infusion (day 0) and during storage (4 and 8 days) of strawberries at 5° C. C-control, WI-Water infusion; PME- only PME infusion, PME + Ca-PME plus Calcium lactate infusion and Ca-only calcium lactate infusion.

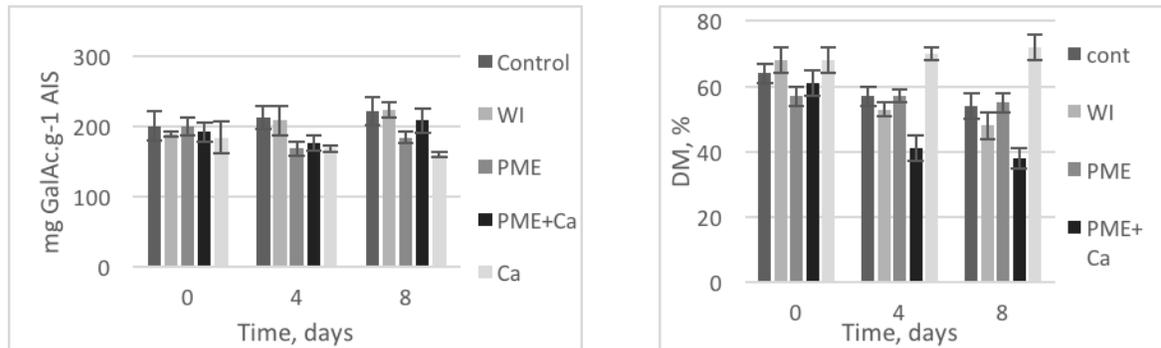


Figure 3 - Galacturonic acid (GalAc) content (mg GalAc. g⁻¹ AIS) and Degree of the methylation - DM (%) of fresh cut strawberries after vacuum infusion (day 0) and during storage (4 and 8 days) of strawberries at 5° C. C-control, WI-Water infusion; PME- only PME infusion, PME + Ca-PME plus Calcium lactate infusion and Ca-only calcium lactate infusion.

Dimensionamento e construção de secador para produção de uvas passas brasileiras

Felix Emilio Prado Cornejo¹, Regina Isabel Nogueira¹, Daniela De Grandi Castro Freitas de Sá¹, Reginaldo Teodoro de Souza², João Dimas Garcia Maia² & Patrícia Ritschel²

¹ Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, regina.nogueira@embrapa.br

² Embrapa Uva e Vinho, Rua Livramento, 515, Bento Gonçalves, RS, Brasil, patricia.ritschel@embrapa.br

Resumo

No Brasil a produção de frutas responde por 25% do agronegócio e lidera as estatísticas de geração de empregos e de números de estabelecimentos industriais. A transformação das frutas seja em escala industrial ou artesanal agrega valor e incrementa a comercialização da produção agrícola. A produção de uvas sem sementes se iniciou na década de 1990 e a Embrapa Uva e Vinho vêm desenvolvendo pesquisas de melhoramento genético para obtenção de cultivares de uvas de mesa apirênicas adaptadas às condições edafoclimáticas do país para assim tornar sua colheita mais regular e viabilizar a comercialização de forma mais sustentável. A uva pode ser consumida na forma fresca e utilizada na elaboração de vinho, suco, destilado, vinagre, geleia e passa (desidratada) aumentando significativamente seu tempo de conservação. Uva passa é fonte de açúcares, ferro, vitaminas e minerais, sendo importada, no Brasil, da Argentina, Chile, EUA, África do Sul, Emirados Árabes e Irã. O objetivo deste trabalho foi dimensionar e construir um equipamento para a obtenção de uva passa de boa aceitação sensorial a partir de genótipos selecionados do Programa de Melhoramento Genético “Uvas do Brasil”. O equipamento foi construído totalmente em aço inoxidável, dispondo de dois compartimentos: uma cabine na parte superior contendo as bandejas e na parte inferior um compartimento onde foram instalados os sistemas de aquecimento e ventilação. É constituído por dois painéis de placas perfuradas com regulagem do diâmetro dos furos para controlar a mistura da entrada e saída do ar de secagem. A grande vantagem deste sistema em relação aos equipamentos existentes é a inclusão de um conjunto específico de dispositivos que garantem a uniformidade do processo de secagem. Dentre as cultivares brasileiras de uvas de mesa, BRS Clara, BRS Linda e BRS Morena foram identificadas com potencial de elaboração de passas.

Palavras chave: agregação de valor, secagem de frutas, secador de cabine.

Abstract

Sizing and construction of dryer for the production of Brazilian raisins.

The production of fruit in Brazil accounts for 25% of agribusiness and leads the statistics of job and industrial establishments' creation. The fruits transformation on an industrial or artisanal scale adds value and increases the commercialization of agricultural production. In Brazil, the production of seedless grapes began in the 1990s and Embrapa

Uva e Vinho has been developing genetic improvement studies to obtain apirenic table grapes cultivars adapted to the country's soil and climatic conditions making its harvest more regular and more sustainable way. Grapes can be consumed in fresh form and used in the preparation of wine, juice, distillate, vinegar, jelly and raisin (dehydrated) which increases the shelf life in months. Raisin is a source of sugars, iron, vitamins and minerals, being imported in Brazil, Argentina, Chile, USA, South Africa, UAE and Iran. The objective of this work was to size and construct an equipment to obtain raisin of good sensorial acceptance from genotypes selected from the Genetic Improvement Program "Grapes of Brazil". The equipment was constructed entirely of stainless steel, having two compartments: a cabin in the upper part containing the trays and in the lower part a compartment where the heating and ventilation systems were installed. It consists of two panels of perforated plates with regulation of the diameter of the holes to control the mixing of the entrance and exit of the drying air. The great advantage of this system in relation to the existing equipment is the inclusion of a specific set of devices that guarantee the uniformity of the final moisture of the product. Among the Brazilian table grape cultivars, BRS Clara, BRS Linda and BRS Morena were identified with raisin processing potential.

Keywords: adding value, drying fruits, cabin dryer.

Introdução

A fruticultura é um dos setores de maior destaque do agronegócio brasileiro, sendo o terceiro maior produtor de frutas no mundo, ficando atrás apenas de China e Índia, o que mostra a relevância do setor para a economia brasileira (Mercado..., 2015, p. 1).

Segundo o Agrostat/MAPA de janeiro a junho de 2017 houve um aumento de 18% no valor e 8,5% no volume de frutas exportado quando comparados ao mesmo período de 2016, com destaque à recuperação das exportações de uvas e maçãs (Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas [ABRAFRUTAS], 2017). A Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) em colaboração com a International Organization of Vine and Wine (OIV) publicou um relatório que trata dos usos alimentares e valor nutricional dos produtos de uva e também analisa o mercado global para o consumo humano direto de uvas de mesa e passas apresentando os dados mais recentes validados em produção, consumo aparente, bem como exportações e importações, desde o ano 2000. Em 2014, Estados Unidos e Turquia dominaram a produção de uvas secas com meio milhão de toneladas cada, em um total de 1,5 milhões de toneladas. Os maiores consumidores de uvas passas são a Ásia (41%), seguido da Europa (33%) e Américas (22%). Como sugerido pela diferença proeminente entre a produção e consumo de uva passa por continente, esta *commodity* é o produto mais comercializado no setor: mais de 838 mil toneladas de uvas secas foram importadas em todo o mundo em 2014. Ao analisar o mercado de uvas secas, a primeira coisa a ter em mente é que elas podem ser tanto um produto final como um produto intermediário chave para múltiplos usos industriais alimentares. A produção de uvas secas é uma forma de preservar as uvas frescas que não podem ser consumidas durante o curto período entre a colheita e a podridão da fruta (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], & International Organisation of Vine and Wine Intergovernmental Organisation [OIV], (2016).

No Brasil toda a uva seca (passas) consumida é importada sendo que no período de 2005 a 2009 o volume importado aumentou cerca de 30%, enquanto o valor de divisas

evadidas nesta operação comercial cresceu cerca de 80% (Ritschel & Sebben, 2010). O grande volume de uvas passas importadas pelo Brasil é também atribuído em parte à pequena área cultivada com uvas apirênicas, principalmente com cultivares não adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras, como Superior Seedless, Crimson Seedless, Sultanina e Catalunha (Ritschel & Maia, 2014).

O melhoramento genético visando à obtenção de cultivares brasileiras de uvas de mesa apirênicas têm sido uma das abordagens usadas para contornar este problema. Desde 1977, a Embrapa Uva e Vinho vem conduzindo o Programa de Melhoramento Genético “Uvas do Brasil”, voltado para a obtenção de cultivares para vinho e para suco e também para mesa (Ritschel & Maia, 2014).

Como resultado foram lançadas, nos últimos anos, três novas cultivares apirênicas de uvas de mesa, ‘BRS Clara’, ‘BRS Linda’, ‘BRS Morena’ (Camargo et al., 2003a, 2003b, 2003c). Além disso, um grupo de cerca de 300 seleções avançadas de uvas apirênicas de mesa foi desenvolvido e vêm sendo avaliadas no âmbito deste Programa mantido pela Embrapa Uva e Vinho (Ritschel & Maia, 2014). Algumas destas seleções têm elevado teor de açúcares, são saborosas, apresentam bagas naturalmente grandes e alta produtividade. Estas são qualidades extremamente importantes para uma cultivar de uva visando à elaboração de passas.

Para a obtenção de passas pode-se utilizar a secagem natural, que consiste em expor a matéria-prima por longos períodos à radiação solar e ventos com intensidade moderada e baixas umidades relativas, exigindo cuidados especiais de manipulação e controle do ambiente para evitar sua contaminação. Outra possibilidade está no uso de equipamentos dimensionados para esta finalidade, de tal forma a ter o controle da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar de secagem, eliminando a interferência das condições climáticas favorecendo a obtenção de um produto de qualidade superior, e com menor tempo de processamento.

O objetivo deste trabalho foi dimensionar e construir um equipamento para a obtenção de uva passa de boa aceitação sensorial a partir de genótipos selecionados do Programa de Melhoramento Genético “Uvas do Brasil”.

Materiais e Métodos

Equipamento

Do ponto de vista da engenharia agroalimentar, a concepção e do manejo de um secador passa pelo seu modelamento e não existe um método universalmente admitido que permita prever o seu desempenho. Porém, dentro dos modelos de secadores, têm-se dois conjuntos: um que contém as informações relativas à cinética de secagem do produto, e outro que define os balanços de calor e de massa entre o ar e o produto em função de seus deslocamentos relativos dentro do aparelho (Daudin, 1983).

Para o dimensionamento do secador foram consideradas as citadas teorias de migração de água em sólidos (Alvarenga, L. C., Foster, M., Pinheiro Filho, J. B. & Hora, T., 1980; Daudin, 1983; Luikov & Mikhaylov, 1965), e os resultados obtidos em outros equipamentos construídos pela equipe da Embrapa Agroindústria de Alimentos (Cornejo et al., 2003, 2005; Cornejo & Nogueira, 2006; Iniciando..., 2003; Nogueira et al., 1997; Nogueira et al., 1998; Nogueira et al., 2003; Nogueira et al., 2015) visando melhorar a distribuição do ar e manutenção da temperatura na câmara de secagem. Para sua construção

foi escolhido o aço inoxidável que permite maior controle fitossanitário, facilitando sua limpeza e manutenção.

Matéria-prima

Na fig. 1 têm-se as cultivares e seleções de uvas utilizadas para a obtenção de uva passa. Esse material foi produzido na Estação Experimental de Viticultura Tropical da Embrapa Uva e Vinho, em Jales/SP.

Processamento

As uvas foram selecionadas, higienizadas, dispostas nas bandejas e levadas ao secador para sua desidratação, à temperatura de 70°C e velocidade do ar de 1,0 m.s⁻¹. As passas foram acondicionadas em embalagem tipo PETmet (polietileno e alumínio), seladas a vácuo e armazenadas em local seco.

Análise sensorial

A avaliação sensorial foi realizada visando identificar as uvas mais promissoras para elaboração de passas levando em consideração a percepção de consumidores do produto. (Freitas et al., 2013).

Resultados e Discussão

O equipamento foi instalado na Embrapa Uva e Vinho - Estação Experimental de Viticultura Tropical (Jales/SP, Brasil) constituindo uma unidade piloto para a secagem de uvas (Cornejo et al., 2012; Souza et al., 2015). A fig. 2 mostra detalhes do secador, construído totalmente em aço inoxidável, dispoendo de dois compartimentos: uma cabine na parte superior contendo dezoito bandejas nas dimensões de 700 mm x 500 mm e, na parte inferior, um compartimento em que foram instalados os sistemas de aquecimento e ventilação.

A grande vantagem desse sistema em relação aos equipamentos existentes no mercado é a inclusão de um conjunto específico de dispositivos que garantem a uniformidade da umidade final do produto. O equipamento é constituído por dois painéis de placas perfuradas com regulagem do diâmetro dos furos para controlar a mistura da entrada e saída do ar de secagem. Além disso, sistemas independentes de ventilação e aquecimento permitem a inversão do fluxo de ar em sentidos alternados. O painel elétrico/eletrônico apresenta dispositivos que controlam, através de temporizadores, a inversão dos ventiladores e o acionamento dos blocos de resistências.

A Tabela 1 mostra a média de aceitação global das uvas passas obtidas a partir das cultivares e seleções das uvas mais promissoras dentro do Programa de melhoramento Genético de “Uvas do Brasil”. A uva passa elaborada com a cultivar ‘BRS Clara’ obteve a maior média (6,6) e foi a mais aceita pelos consumidores sendo descrita como saborosa, doce, macia, suculenta e de sabor e aroma característicos.

As cultivares ‘BRS Linda’, Seleção 42 e Seleção 41 também resultaram em uvas passas descritas por características desejáveis pelos consumidores. As cultivares ‘BRS Linda’, ‘BRS Morena’, ‘BRS Vitória’ e Seleções 42, 41 e 36 obtiveram médias que variam de 5,8 a 5,4, e não foram diferentes estatisticamente em suas notas de aceitação.

A cultivar Seleção 39 obteve a menor média de aceitação e foi diferente estatisticamente das outras cultivares.

Conclusões

Foi possível dimensionar e construir o secador que atende a exigências das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e produzir uva passa de qualidade e aceitação sensorial. O secador deve ser usado mantendo-se os parâmetros: temperatura na faixa de 60 a 70°C e velocidade do ar na faixa de 1 a 2 m.s⁻¹. O tempo de secagem irá variar em função da quantidade de matéria-prima no secador, da sua umidade inicial, das dimensões da fruta (no caso da uva, em cacho ou degranada) e das condições atmosféricas no local de processamento. Este equipamento apresenta uma versatilidade, podendo ser usado para a secagem de outras frutas, como banana, ameixa, pêsego, figo, abacaxi, manga, maçã e tomate, e de condimentos, bastando-se para isso ajustar os parâmetros para o condicionamento do ar para esses produtos. A implantação do equipamento na Estação Experimental da Embrapa torna viável a condução de testes experimentais em diferentes safras visando à adequação do processo de secagem para outros genótipos de uvas considerados promissores e a transferência da tecnologia para produtores rurais.

Agradecimentos

À colega Claudia Torres Gomes Brauns Mattos (*in memorium*), pela importante contribuição nos testes de análise sensorial e a André Luis Nascimento Gomes (design).

Referências

- Alvarenga, L.C., Foster, M., Pinheiro Filho, J.B. & Hora, T. 1980. Transporte de umidade no interior de grãos de feijão preto sob condições de secagem. *Rev. Bras. de Armaz.*5(1):5-18.
- Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. 2017. Estatísticas das exportações de frutas no primeiro semestre de 2017. Brasília, DF: Autor. Recuperado em 21 agosto, 2017, de http://abrafrutas.org/index.php?option=com_content&view=article&id=258:estatisticas-das-exportacoes-de-frutas-no-1-semester-de-2017&catid=95&Itemid=259&lang=pt-br
- Camargo, U.A., Maia, J.D.G. & Ritschel, P. (Ed.). 2010. *Novas cultivares brasileiras de uva*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 64p.
- Camargo, U.A., Nachtigal, J.C., Maia, J.D.G., Oliveira, P.R.D. de & Protas, J.F. da S. 2003a. BRS Clara: nova cultivar de uva branca de mesa sem semente. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 46). Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 4p.
- Camargo, U.A., Nachtigal, J.C., Maia, J.D.G., Oliveira, P.R.D. de & Protas, J.F. da S. 2003b. BRS Linda: Nova cultivar de uva branca de mesa sem semente. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 4p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 48).
- Camargo, U.A., Nachtigal, J.C., Maia, J.D.G., Oliveira, P.R.D. de & Protas, J.F. da S. 2003c. BRS Morena: Nova cultivar de uva preta de mesa sem semente. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 47). Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 4p.
- Cornejo, F.E.P., Nogueira, R.I. & Wilberg, V.C. 2003. Secagem como método de conservação de frutas. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, 54). Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2003. 22p.

- Cornejo, F.E.P., Nogueira, R.I. & Wilberg, V.C. 2005. Manual para processamento de pimentas (*Capsicum spp.*) desidratada. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Série Documentos, 63). Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 18p
- Cornejo, F.E.P. & Nogueira, R.I. 2006. Preparo de vegetais desidratados em bancos de alimentos. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, 73). Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 20p.
- Cornejo, F.E.P., Nogueira, R.I. & Wilberg, V.C. 2003. Secagem como método de conservação de frutas. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, 54). Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 22p.
- Cornejo, F.E.P., Souza, R.T. de, Ritschel, P., Maia, J.D.G., Nogueira, R.I., Freitas, D. de G.C., Hoffmann, A., Protas, J.F.da S. & Zanús, M.C. 2012. Projeto Uvas-passas Brasileiras: matéria-prima e processamento. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2p. 1 folder.
- Daudin, J.D. 1983. Calcul des cinétiques de séchage par l'air chaud des produits biologiques solides. *Sciences des Aliments* 3:1-36.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations; International Organisation of Vine and Wine Intergovernmental Organisation. 2016. Table and dried grapes: FAO-OIV Focus 2016: non-alcoholic products the vitivinicultural sector intended for human consumption. 64 p. Roma: FAO: OIV. Recuperado em 21 agosto, 2017, de <http://www.fao.org/publications/card/en/c/709ef071-6082-4434-91bf-4bc5b01380c6/>
- Freitas, D. de G.C., Machado, J.A., Mattos, C.T.G.B., Nogueira, R.I., Cornejo, F.E.P., Souza, R.T. de, Maia, J.D.G. & Ritschel, P.S. 2013. Aceitação de Uvas Passas Brasileiras e suas Características Sensoriais Segundo a Percepção do Consumidor. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Comunicado Técnico, 192). Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 5p.
- Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: frutas desidratadas. 2003. (Série Agronegócios). Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sebrae. 115p.
- Luikov, A.V. & Mikhaylov, Yu.A. 1965. Theory of energy and mass transfer. Pergamon: Oxford.
- Mercado de fruticultura: panorama do setor no Brasil. 2015). (Boletim de inteligência). Brasília, DF: SEBRAE, 5 p. Recuperado em 25 agosto, 2017, de www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/.../5791.pdf.
- Nogueira, I.R., Cornejo, F.E.P. & Pontes, S.M. 1998. Manual para produção artesanal de vegetais cristalizados. (Embrapa-CTAA. Documentos, 31). Rio de Janeiro: Embrapa CTAA. 15p.
- Nogueira, R.I., Cornejo, F.E.P., Park, K.J. & Villaça, A. de C. 1997. Manual para construção de um secador de frutas (2a ed. rev.). (Embrapa-CTAA. Documentos, 10). Rio de Janeiro: Embrapa-CTAA. 20p.
- Nogueira, R.I., Wilberg, V.C. & Cornejo, F.E.P. 2003. Manual para a produção em pequena escala de conserva de tomate desidratado. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, 52). R.J>: Embrapa Agroindústria de Alimentos. 19p.
- Nogueira, R.I., Cornejo, F.E.P. & Wilberg, V.C. 2015. Manual para Construção de um Desidratador de Produtos Agroindustriais. (Documentos / Embrapa Agroindústria de Alimentos, ISSN 1516-8247; 121). Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos. 24p.

Ritschel, P.S. & Sebben, S. de S. (Eds.). 2010. Embrapa Uva e Vinho: novas cultivares brasileiras de uva. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 64p. il., color.

Ritschel, P.S. & Maia, J.D.G. (Coord.). 2014. Uvas do Brasil: Programa de melhoramento genético. Bento Gonçalves. Embrapa Uva e Vinho. Recuperado em 23 agosto, 2017, de <http://www.cnpuv.embrapa.br/pesquisa/pmu/>

Souza, R.T., Cornejo, F.E.P., Nogueira, R.I., Freitas, D. de G. C., Protas, J.F.S., Maia, J.D.G., Mattos, C.T.G.B., Leal Junior, W.F. & Ritschel, P. 2015. Uvas-passas brasileiras: matéria-prima e processamento. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 115). Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 20p.



BRS Clara (a)



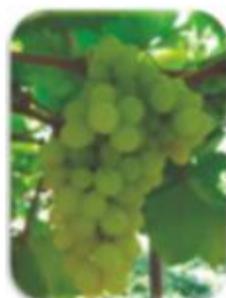
BRS Linda (b)



BRS Morena (c)



BRS Vitoria (d)



Seleção 36 (e)



Seleção 39 (f)



Seleção 41 (g)



Seleção 42 (h)

Figura 1 - Cultivares e seleções de uvas utilizadas para a elaboração de uva passa. Fotos: a-Valtair Camachio; b, c, e, f, g, h - João D. G. Maia; d- Patrícia Ritschel

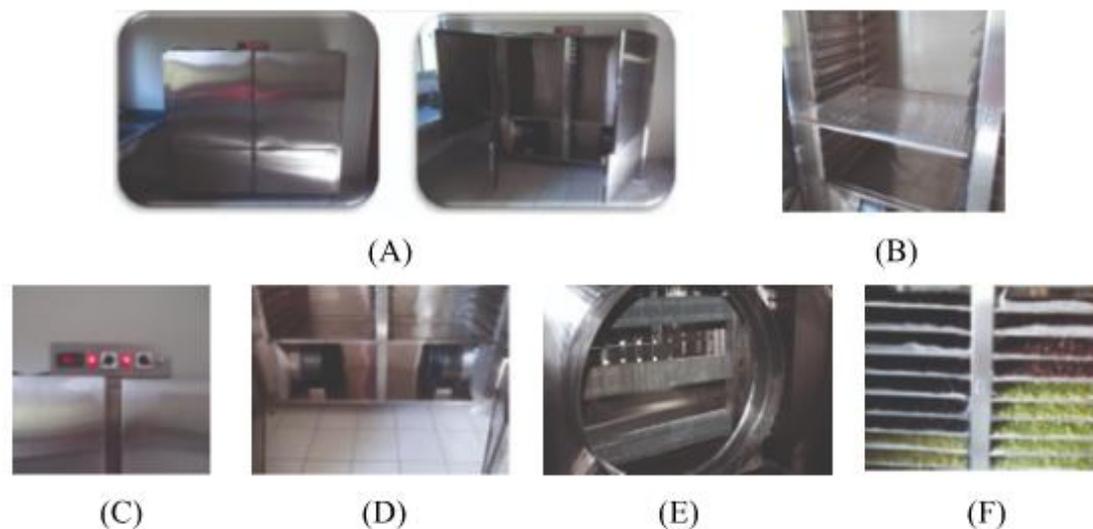


Figura 2 - Secador de cabine (A); Elementos constitutivos do secador: (B) Detalhe da guia e bandeja com tela perfurada, (C) Painel de controle automatizado, (D) Sistemas de ventilação, (E) Blocos de resistências elétricas para aquecimento, (F) Uvas acondicionadas nas bandejas. Fotos: Felix E.P. Cornejo

Tabela 1 - Médias de aceitação global das uvas passas.

Uva		Média	Grupo*
BRS Clara		6,6	A
Seleção 42		5,8	B
Seleção 41		5,5	B
BRS Linda		5,5	B
BRS Morena		5,5	B
BRS Vitória		5,5	B
Seleção 36		5,4	B
Seleção 39		4,9	C

Avaliada em escala hedônica híbrida, variando de: 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente);

*Comparação de médias pelo teste de Fisher (LSD) no nível de 5% de significância.

Avaliação da qualidade de frutos de maracujá BRS Pérola do Cerrado influenciado pelo método de colheita

Hilton L. Galvão¹, Clinimar O. Amaral¹, Marisa C.B. Ribeiro¹, Matheus G. R. Boechat¹ & Sérgio A. Cenci²

¹I.F.Fluminense – Campus Bom Jesus do Itabapoana. Av. Dario Vieira Borges, 235 – Parque do Trevo, Bom Jesus do Itabapoana – RJ, Brasil, hilton.galvao@iff.edu.br.

²EMBRAPA – Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501 - Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ, sergio.cenci@embrapa.br.

Resumo

O maracujá BRS Pérola do Cerrado (*Passiflora setacea*) é uma cultivar que não apresenta mudanças tão evidentes na coloração da casca que correlacione o grau de maturação da fruta, com o seu ponto de colheita e de maturação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o amadurecimento em frutos do maracujazeiro BRS Pérola do Cerrado, colhidos “na planta” e no solo. Depois de colhidos no solo e/ou na planta os frutos foram selecionados e avaliados: sólidos solúveis totais (° Brix), acidez titulável (AT %) e perda de massa fresca. Consideraram-se os períodos de avaliação: tempo 0 h; 3 dias e 7 dias em temperatura ambiente. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias. Observou-se que o climatérico do fruto do maracujazeiro permite que o mesmo possa ser colhido ainda na planta através de “movimentos leves” que induzem a sua queda. Apesar de inicialmente os frutos colhidos na planta apresentarem menores teores de sólidos solúveis (°Brix), maiores AT (%) em comparação aos colhidos originalmente no solo, ao longo do período de armazenamento houve uma evolução destes parâmetros não diferenciando estatisticamente ao final de 7 dias de armazenamento dos frutos colhidos no solo. A partir do quarto dia de avaliação os frutos apresentaram perda de massa superior a 10%, em relação ao peso inicial, independentemente se colhidos ainda na planta ou no solo. Todavia, a mesma perda dobrou de valor aos 6 dias de avaliação (21,5%) para os frutos colhidos no solo, enquanto que para aqueles colhidos na planta a perda de massa foi superior aos 20% apenas aos 7 dias de armazenamento. Conclui-se que a colheita dos frutos do maracujazeiro BRS Pérola do Cerrado pode ocorrer sob condição de “movimentos leves” das plantas sem prejuízo à sua qualidade pós-colheita em termos dos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: *Passiflora setacea* maracujazeiro, amadurecimento, climatérico, manejo, armazenamento

Abstract

Evaluation of quality of passion fruit BRS Perola do Cerrado (*Passiflora setacea*) influenced by the harvest method

The passion fruit BRS Pérola do Cerrado (*Passiflora setacea*) is a cultivar that does not present changes so evident in the color of the bark that correlates the degree of maturation of the fruit with its harvesting point and maturation point. The objective of this work was to evaluate the ripening in BRS Pérola do Cerrado passion fruit, harvested "in the plant" and in the soil. After being harvested in the soil and / or in the plant, the fruits were selected and evaluated: total soluble solids (° Brix), titratable acidity (AT%) and loss of fresh mass. The evaluation periods were: time 0 h; 3 days and 7 days at room temperature. Data were submitted to analysis of variance and test of means. It was observed that the

climacteric of the fruit of passion fruit allows that it can be harvested still in the plant through "light movements" that induce their fall. Although the fruits harvested in the plant had lower soluble solids (°Brix), higher AT (%) compared to take from the soil, during the period of storage there was an evolution of these parameters not statistically different at the end of 7 days Storage of fruits harvested in the soil. From the fourth day of evaluation, the fruits showed a loss of mass greater than 10%, in relation to the initial weight, regardless of whether they were still harvested in the plant or on the soil. However, the same loss doubled at 6 days of evaluation (21.5%) for fruits harvested in the soil, whereas for those harvested at the plant, the loss of mass was greater than 20% only at 7 days of storage. It is concluded that the harvest of BRS Pérola do Cerrado passion fruit can occur under the condition of "slight movements" of the plants without prejudice to their post-harvest quality in terms of the parameters evaluated.

Keywords: *Passiflora setacea*; maturation; climacteric; management; storage

Introdução

O maracujazeiro é uma planta originária do Brasil e possui duas espécies que são mais exploradas comercialmente, sendo elas as espécies *Passiflora edulis* (maracujá-azedo) e *Passiflora alata* (maracujá-doce). Além dessas duas espécies, muitas outras são existentes, tornando-se importante estudá-las para que seja possível se adquirir maiores conhecimentos das suas potencialidades, obtendo-se assim uma maior diversificação de frutas no mercado (Wondracek et al., 2012).

O Brasil é o maior produtor da fruta no mundo, com safra de 480 mil toneladas, e também é o maior consumidor. O maracujá-amarelo (conhecido também como maracujá-azedo) é o mais popular e é destinado, principalmente, à indústria para produção de sucos. Há alguns anos a produção e o consumo do maracujá-doce também vem crescendo no País. “Mas a cadeia produtiva desta variedade ainda não está completamente estabelecida”, afirma o pesquisador da Embrapa Cerrados, Fábio Faleiro, especialista em maracujá (Revista Rural, 2017).

O maracujá está entre as frutas mais procuradas para consumo no mundo, mas a dificuldade de acesso às tecnologias, interfere no não atendimento à demanda pela fruta, embora já existem soluções tecnológicas para grande parte dos entraves. Como estratégia para a transferência das tecnologias geradas para produtores e industriais, foram instaladas Unidades Demonstrativas em áreas de produtores no norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro, incluindo no IF Fluminense - Campus Bom Jesus do Itabapoana.

De acordo com a proposta em curso no fortalecimento do Arranjo produtivo de maracujá no norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro está a continuidade e a implementação de novas ações de transferência de tecnologia possibilitarão desenvolver de forma sustentável a cadeia produtiva do maracujá contribuindo para o aumento expressivo da produção de maracujá, fornecendo à indústria e ao consumidor uma fruta de melhor qualidade, com menor agressão ao meio ambiente e à saúde do agricultor no processo de produção.

Dentre as variedades citadas, destaca-se o maracujá BRS Pérola do Cerrado é uma variedade que foi obtida a partir do melhoramento genético da espécie *Passiflora setacea*. Os frutos são globosos ou levemente alongados, quando maduros apresentam coloração verde-claro a amarelo-claro com listras verde-escuras, possui peso variando de 50 g a 120 g

e têm um rendimento de 30 a 38% em relação à sua massa total. (EMBRAPA, 2015; EMBRAPA, 2016; Guimarães et al., 2013).

A cultivar de maracujá silvestre BRS Pérola do Cerrado (BRS PC) é uma alternativa para o mercado de frutas especiais e de alto valor agregado destinadas a indústrias de sucos, sorvetes, doces e para consumo in natura. Suas belas flores brancas e sua ramificação densa evidenciam seu potencial ornamental para paisagismos de grandes áreas. Por ser altamente vigorosa e por não terem sido verificados, nas condições de avaliação, problemas importantes com relação a doenças e pragas, apresenta grande potencial para cultivo em sistemas orgânicos e agroecológicos. Outro ponto relevante da cultivar é o grande potencial produtivo (superior a $25 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e a qualidade físico-química e funcional da polpa (Revista da Fruta, 2015).

O maracujá é um fruto climatérico, e como tal, durante sua ontogenia passa por importantes transformações fisiológicas que alteram suas características físico-químicas. A mudança de cor da casca é uma das mais evidentes e, muitas vezes, o critério mais importante utilizado pelo consumidor para julgar o grau de maturação do fruto. Também, é usada pelo produtor como indicador no momento de colheita, pois essas mudanças de cor refletem as alterações físico-químicas que acompanham o processo de seu amadurecimento (Silva et al., 2008; Salomão, 2002; Sigrist, 2002).

Todavia, diferentemente do *Passiflora edulis* (maracujá-azedo), não ocorrem mudanças tão evidentes na coloração da casca do *Passiflora setacea* (BRS Pérola do Cerrado) que permitam correlacionar, com maior clareza, o grau de maturação da fruta, o ponto de colheita e de maturação para consumo. Por isso, são necessários realizar estudos de fisiologia e tecnologia pós-colheita específicos para esta espécie.

Normalmente, o fruto do maracujazeiro é colhido após sua abscisão, quando tem seu amadurecimento completado. Neste sistema, as perdas devido à desidratação e à contaminação por microrganismos geram uma série de inconvenientes que aumentam a perecibilidade e reduzem o período de conservação pós-colheita do fruto (Marchi et al., 2000, Salomão, 2002 citados por Silva et al. 2008). O estudo pós-colheita dos frutos de maracujá BRS Pérola do Cerrado é necessário para a definição de parâmetros para que produtores possam planejar as colheitas com maior qualidade da fruta e vida de útil mais prolongada. O objetivo deste trabalho é avaliar o processo de amadurecimento através de análises de parâmetros de qualidade pós-colheita em frutos do maracujazeiro BRS Pérola do Cerrado, colhidos na planta e no solo, sob armazenamento em temperatura ambiente.

Materiais e Métodos

O experimento foi desenvolvido nos laboratórios de processamento de frutas e hortaliças; físico-química e Análise Sensorial do IF Fluminense – Campus Bom Jesus do Itabapoana. Frutos do maracujazeiro BRS Pérola do Cerrado (*Passiflora setacea*) foram colhidos em uma propriedade rural localizada no município de São José de Ubá no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Na colheita optou-se avaliar os frutos colhidos encontrados no solo após queda natural e aqueles ainda nas plantas após sofrerem uma leve “sacudida”. Os frutos foram levados para o laboratório de físico-química do IF Fluminense no Campus de Bom Jesus do Itabapoana - RJ onde foram selecionados e avaliados os valores de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), relação entre SST e AT e perda de massa fresca do fruto. SST foi determinado por meio de refratômetro digital ATAGO Modelo PR-201, expresso em °Brix; AT foi determinada por titulação

potenciométrica com NaOH 0,1N e expressa em % de ácido cítrico; o pH foi medido com pHmetro WTW Modelo 330. Consideraram-se os períodos de avaliação: tempo 0 h 3 dias e 7 dias de armazenamento em temperatura ambiente. A perda de massa fresca foi avaliada com frutos colhidos na planta e no solo aos 1, 3, 5 e 7 dias após a colheita e os resultados foram apresentados em porcentagem. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com quatro repetições e quatro frutos por unidade experimental.

Resultados e Discussão

Os frutos do BRS Pérola do Cerrado apresentam como ponto de colheita ideal quando ocorre sua abscisão natural e a coleta ocorre no chão. Todavia, nota-se que o climatérico do fruto permite que o mesmo possa ser colhido ainda na planta através de “movimentos leves” que induzem a sua queda. Apesar de inicialmente os frutos colhidos na planta apresentarem menores teores de SST, maior AT e menor valor SST/AT em comparação ao colhidos originalmente no solo, ao longo do período de armazenamento observou-se uma evolução destes parâmetros não diferenciando estatisticamente ao final de 7 dias de armazenamento dos frutos colhidos no solo (Quadro 1). Porém, observa-se que após 3 dias de armazenamento, os frutos colhidos na planta atingiram valores máximos de SST e redução na AT, atingindo seu pleno amadurecimento.

Segundo Vianna-Silva et al. (2008), diversos fatores influenciam a composição dos frutos, como: estágio de maturação, época de colheita, condições de armazenamento, variabilidade genética, práticas culturais e adubação. Durante o amadurecimento, os frutos do maracujazeiro sofrem diversas mudanças em sua composição físico-química, que está intrinsecamente relacionada com o ponto de colheita (Gamarra; Rojas; Medina, 1994).

Silva et al. (2005) identificaram que os frutos de maracujá poderiam ser consumidos com 65% de cor amarela da casca, pois a partir desta fase o suco apresentou ótimos teores de SST, AT e razão SST/AT. Entretanto, em relação ao BRS Perola do Cerrado, a coloração da casca não influenciou na decisão do ponto de colheita, em que se considerou os frutos colhidos no chão ou levemente sacudidos das plantas. Diferentemente do maracujá amarelo em que o estágio de maturação em que a casca se encontra com coloração amarela bem mais acentuada do que a verde, não se percebeu esta relação para o BRS Perola do cerrado (Fig.1).

Como já observado por Salomão (2002), nas condições de colheita de frutos no solo, as perdas devido à desidratação e à contaminação por microrganismos, com conseqüente apodrecimento, aumentam a perecibilidade e reduzem o período de conservação pós-colheita do fruto, o que justifica o estudo de colheita ainda na planta, sem prejuízo às suas características químicas de SST, AT e relação SST/AT ao final de 7 dias de armazenamento em condição ambiente.

A partir do quarto dia de avaliação os frutos colhidos apresentaram diferença estatística após 3 dias de armazenamento quanto a perda de massa, sendo superior a 10 %, independentemente se colhidos ainda na planta ou no solo (Quadro 2). A mesma perda dobrou de valor aos 6 dias de avaliação (21,5 %) para os frutos colhidos no solo, enquanto que para aqueles colhidos na planta a perda de massa foi superior aos 20 % apenas aos 7 dias de armazenamento. Estes resultados indicam que o maracujá BRS Pérola do Cerrado apresenta elevada perda de massa fresca, apontando como possibilidade do melhoramento genético desta cultivar a obtenção de cultivares com maior capacidade de conservação.

Através destes estudos sobre a pós-colheita dos frutos do maracujazeiro BRS Pérola

do Cerrado, espera-se que os produtores e consumidores tenham acesso a esta informação haja vista que o fruto possui vida pós-colheita reduzida devido a sua perecibilidade. Também é esperado que através de publicações dos resultados seja possível uma maior divulgação sobre esta nova variedade recentemente lançada pela Embrapa no Brasil e que já apresentam ótimos resultados de valor econômico e também social.

Conclusões

Conclui-se que a colheita dos frutos do maracujazeiro BRS Pérola do Cerrado pode ocorrer sob condição de “movimentos leves” das plantas sem prejuízo à sua qualidade pós-colheita em termos de massa fresca dos frutos, inclusive sendo a perda de massa inferior aos frutos colhidos no chão a partir do terceiro dia de armazenamento. A colheita dos frutos do maracujazeiro BRS Pérola do Cerrado pode ocorrer sob condição de “movimentos leves” das plantas sem prejuízo à sua qualidade pós-colheita em termos dos parâmetros avaliados neste trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal Fluminense pelo apoio financeiro.

Referências

- Anon, D. I. 1949. Copper enzyme in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology* 24:411-416.
- Embrapa. 2015. Cultivar de maracujazeiro silvestre com quádrupla aptidão: consumo in natura, processamento industrial, ornamental e funcional (BRS PC). Folder. Embrapa Cerrados. 5ª impressão.
- Embrapa. 2016. Propriedades e usos da *Passiflora setacea* (BR SPC): Pérola do Cerrado. Folder. Embrapa Cerrados. 4ª impressão.
- Guimarães, T.G. et al. 2013. Recomendações Técnicas para o Cultivo de *Passiflora setacea* BRS Pérola do Cerrado. Folder. Embrapa, Planaltina.
- Lichtsteiner, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology* 148:350-382.
- Revista da Fruta. Maracujá, BRS Pérola do Cerrado (BRS PC). 2017. Disponível em: <<http://site.revistadafruta.com.br/noticia/maracuja-brs-perola-do-cerrado-brs-pc,1803.jhtml>>. Acesso em 22/04/2017.
- Revista Rural. Maracujá - Ciência por trás da produção. 2017. Disponível em: <<http://www.revistarural.com.br/edicoes/item/5594-maracuja-ciencia-por-tras-da-producao>>. Acesso em 22/04/2017.
- Salomão, L.C.C. 2002. Colheita. Maracujá. Pós-colheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 51p. (Frutas do Brasil, 23).
- Silva, T.V; Resende, E.D. & Pereira, S.M.F. 2008. Influência dos estádios de maturação sobre as características físicas dos frutos de maracujá-amarelo. *Bragantia* 67(2):521-525.
- Silva, T.V. et al. 2005. Influência dos estádios de maturação na qualidade do suco do maracujá-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27(3):472-475.
- Sigrist, J.M.M. 2002. Tratamentos pós-colheita. Maracujá. Pós colheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 51p. (Frutas do Brasil, 23).

Vianna-Silva, T., Resende, E.D. de & Viana, A.P. 2008. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes épocas de colheita. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28(3):545-550.

Wondracek, D.C. et al. 2011. Influência da saponificação na determinação de carotenoides em maracujás do cerrado. *Revista Química Nova* 35(1):180-184.

Hunterlab. 1996. CIE L*a*b* color scale. Applications note, 8: 1-15. Disponível em: <<http://www.hunterlab.com>>. Acesso em: 22 Abril de 2017.



Figura 1 - Planta e frutos do maracujazeiro BRS Perla do Cerrado (*Passiflora setácea*).

Quadro 1 - Valores de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT) e relação SST/AT em frutos de maracujá BRS Pérola do Cerrado, colhidos na planta e solo e armazenados em temperatura ambiente (Bom Jesus do Itabapoana-RJ, 2016).

	Tempo pós-colheita					
	planta			solo		
	0 h	3 d	7 d	0 h	3 d	7 d
SST (° Brix)	10,30 bB	15,35 aA	11,20 bB	15,60 aA	13,10 bA	13,85 bA
AT (%)	2,75 aA	2,20 aA	1,20 bA	1,81 aB	1,30 bA	1,16 bA
SST/AT	3,80 bA	6,99 abA	9,39 aA	8,76 bA	10,14 bA	12,01 aA

Letras minúsculas iguais nas linhas no mesmo tratamento não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Letras maiúsculas iguais nas linhas para o mesmo tempo pós colheita de avaliação não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Quadro 2 - Valores de perda de massa da matéria fresca em frutos de maracujá BRS Pérola do Cerrado em colhidos na Planta ou solo sob armazenamento em temperatura ambiente (Bom Jesus do Itabapoana-RJ – 2016).

Método de colheita	Tempo pós-colheita (dias)			
	1	3	5	7
Planta	2,05 a*	6,93 a	13,08 a	23,59 a
Solo	2,46 a	8,84 b	16,68 b	26,56 b

* Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Qualidade biométrica de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ associada ao estágio de maturação

Chiara Sanches Lisboa, Girlayne Veloso Pinheiro, Scarlath Pinheiro Furtado, Augusto César Vieira Neves Junior, Fabrício de Oliveira Reis & José Ribamar Gusmão Araújo

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, chiaralisboa@hotmail.com

Resumo

A cultura do abacaxi destaca-se no Brasil e o estado do Maranhão é um dos maiores produtores da região Nordeste, onde o município de Turiaçu, MA apresenta a exploração da cultivar Turiaçu como uma das principais atividades. Entretanto, poucos estudos de caracterização foram feitos sobre os frutos dessa cultivar, o que dificulta a expansão de seu cultivo. A caracterização biométrica dos frutos, em diferentes estádios de maturação, poderá fornecer informações importantes para decisões de logística e comercialização, como o momento mais apropriado para a colheita para um determinado tipo de mercado. O objetivo deste trabalho foi avaliar características biométricas de frutos da cv. Turiaçu em diferentes pontos de maturação (PMs), avaliando-se os tratamentos: T1, Verdosos (0% amarelo); T2, 25% da casca amarela; e T3, 50% da casca amarela. Estes foram selecionados aleatoriamente para as avaliações das qualidades biométricas, como: massa do fruto (MF); massa da infrutescência (MI); relação do comprimento da coroa (CCo) e comprimento da infrutescência (CI), CCo/CI; e diâmetro longitudinal da região mediana (DLm) da infrutescência. Foi também avaliado o número de lesões corticosas (NL) presente nos frutos. Os frutos colhidos verdosos apresentaram menores MF (14,22%) e MI (15,34%) e menor NL (52,08%), o que indica que o PM interfere na quantidade de lesões corticosas. Conclui-se que, quanto menor o ponto de maturação menor será a qualidade biométrica do fruto, o que não é desejável, contudo também será menor o número de lesões corticosas, o que é altamente desejável.

Palavras-chave: ponto de colheita, manejo cultural, qualidade pós-colheita.

Abstract

Biometric quality of 'Turiaçu' pineapple fruits associated with ripening stage.

The pineapple crop stands out in Brazil and the state of Maranhão stands out in the Northeast Region, where the municipality of Turiaçu, MA presents an exploration of the 'Turiaçu' pineapple as one of the main activities. However, few characterization studies were done on the fruits of this cultivar, which hinders the expansion of its cultivation. The biometric fruits characterization, at different maturation stages, may provide important information for logistical and commercial decisions, as the most appropriate harvesting time for a given type of market. The work objective was to evaluate the biometric characteristics of Turiaçu cultivar fruits at different maturation points (MPs), with the following treatments: T1, green (0% yellow); T2, 25% of the yellow bark; And T3, 50% of the yellow bark. These fruits were randomly selected for evaluations of biometric qualities, such as: fruit mass (FM); infrutescence mass (IM); ratio of Crown length (CL) and

infructescence length (IL), CL / IL; and the infructescence longitudinal diameter of the median region (DMR). The number of corticosteroid lesions (CL) present in the fruits was also evaluated. The fruits harvested greenish presented lower FM (14.22%) and IM (15.34%) and lower CL (52.08%), which indicates that MP interferes in the amount of corticosteroid lesions. We conclude that the fruit with the lower maturation point had the lower biometric quality, which is not desirable, but the number of cork bark lesions was also be lower, which is highly desirable.

Keywords: harvest point, cultural management, post-harvest quality.

Introdução

A cultura do abacaxi ocupa a terceira posição entre as frutas tropicais produzidas no Brasil, com ampla distribuição no território brasileiro. No ano de 2014, 26 das 27 unidades federativas do país cultivavam abacaxi comercialmente, o que demonstra sua relevância no cenário nacional. As cultivares mais conhecidas e cultivadas no Brasil são a ‘Pérola’, preferida pelos consumidores, e a ‘Smooth Cayenne’ (Cock & Leal, 2012; IBGE, 2017).

Diversas outras cultivares locais e populações silvestres de abacaxi também ocorrem no Brasil, as quais são destinadas principalmente para o mercado local com impacto no autoconsumo dos produtores e/ou regional em fase de expansão (Harou et al., 2016; Viana et al., 2013; Reinhardt et al., 2000). O abacaxi cv. Turiaçu é originário do município de Turiaçu, pertencente à Amazônia Maranhense, Nordeste do Brasil, tendo sido domesticado e selecionado por produtores rurais de base familiar. Esta cultivar se encontra em processo de aperfeiçoamento do sistema produtivo e manuseio pós-colheita (Araújo et al., 2012).

Diversos fatores de pré-colheita tais como temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade, textura do solo, nutrição mineral e orgânica, manejo do solo, poda, aplicações de produtos químicos, espaçamento de plantio, irrigação e drenagem, têm função decisiva para que as frutas expressem sua qualidade máxima. Tais fatores exercem forte influência em sua conservação e podem interferir na qualidade dos frutos (Mattiuz, 2007). Os atributos de qualidade dos frutos de abacaxi podem ser definidos a partir de vários parâmetros, sendo um destes o biométrico, relativo à massa, comprimento, diâmetro, rendimento de polpa, forma e cor (Andrade et al., 2015). A aparência e a forma são as primeiras características que o consumidor avalia na aquisição do fruto, seguido da avaliação da textura, aroma e sabor.

A avaliação biométrica e caracterização de atributos dos frutos são definidos a partir das características peculiares da espécie e essas informações podem ser utilizadas para subsidiar outros estudos voltados para o melhoramento de espécies vegetais, conservação e exploração racional dos recursos naturais com valor econômico, além de fornecer informações que auxiliem na distinção de espécies do mesmo gênero (Gusmão et al., 2006; Vieira & Gusmão, 2008; Santos et al., 2015). A diversidade morfofisiológica de uma espécie é consequência de modificações acumuladas por um período de tempo, em resposta às diferentes condições ambientais, que são geneticamente incorporadas (Rodrigues et al., 2006; Bezerra et al., 2012).

Apesar da excelente qualidade sensorial dos frutos da cultivar de abacaxi ‘Turiaçu’, os quais são muito apreciados pelos consumidores, essa cultivar apresenta uma desordem fisiológica que afeta a sua aparência. Essa desordem fisiológica gera lesões corticosas na

casca dos frutos que são apontadas pelos produtores e comerciantes como um problema para sua comercialização, causando depreciação e conseqüente redução do preço dos frutos. Essas anomalias são caracterizadas por uma rachadura entre os frutinhos, que pode resultar em cavidade irregular (de forma não definida) com até 1 cm de extensão. Essas lesões, quando abertas, podem liberar ou não excrescência corticosa de coloração pardo-escura (Santos, 2013). No entanto, não se tem informações se o estágio de maturidade na colheita pode afetar o número de lesões.

As informações contidas na literatura especializada sobre os padrões de qualidade para a colheita e comercialização dos frutos da cv. Turiaçu são escassos. Parte-se da hipótese de que quanto mais avançado for o estágio de maturação, maior serão os valores referentes aos atributos de qualidade biométrica dos frutos. Dessa forma, objetivou-se avaliar as características biométricas e presença de lesões corticosas dos frutos da cv. Turiaçu colhidos em diferentes pontos de maturação, produzidos no município de Turiaçu, MA.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante a safra 2015/2016 em áreas de produtores familiares na Comunidade Rural de Serra dos Paz (01° 38' 58,6" de latitude e 45° 29' 25,9" de longitude), no município de Turiaçu, Maranhão. De acordo com a classificação climática de Köppen a região apresenta clima tropical semiúmido do tipo Aw (LABGEO, 2010). A temperatura média durante o ciclo da cultura foi de 27,6°C, a umidade relativa do ar foi de 85% e a precipitação acumulada média anual de 156,0 mm (INMET, 2017), conforme demonstrados na Figura 1.

Foram colhidos 45 frutos de abacaxi da cv. Turiaçu com pedúnculo e encaminhados para o Laboratório de Fitotecnia e Pós-Colheita (LAPOC) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Os frutos foram colhidos em três estágios de maturação: T1 – verdoso (0% de cor amarela na casca); T2 – pintado (25% dos frutinhos amarelos); e T3 – colorido (até 50% dos frutinhos amarelos).

Os frutos foram avaliados individualmente quanto aos atributos biométricos, utilizando-se 15 repetições por tratamento. As avaliações biométricas foram: massa total do fruto (MF) e da infrutescência (MI) em quilograma; rendimento de polpa (RP) em porcentagem; comprimento total do fruto (CT), da coroa (CCo) e da infrutescência (CI) em centímetros; relação do comprimento da coroa por comprimento da infrutescência (CCo/CI); diâmetro da área mediana (DLm) em centímetros; relação entre o diâmetro do ápice (DLa) e o diâmetro da base (DLb), DLa/DLb; resíduos gerados de casca (RCa), coroa (RCo) e total (RT), em porcentagem; e número de lesões corticosas presentes nas cascas dos frutos (NL). Para tais análises utilizou-se balança semianálica e paquímetro digital.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. As médias das variáveis avaliadas dos frutos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando diferentes estatisticamente, foram submetidas ao teste de Tukey e apresentadas com respectivo erro padrão da média (\pm EPM). As análises estatísticas foram geradas no software estatístico MITAB®16 (MINITAB, 2014), sendo utilizado o nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os frutos colhidos verdes (T1) apresentaram piores qualidade biométricas. Esses apresentaram as menores massas de frutos (até 14,22% menor) e infrutescência (até 15,34% menor) e menores comprimentos de frutos (até 10,70% menor) e infrutescência (até 7,90% menor) (Tabela 1). Contudo estes apresentaram as menores coroas (até 15,33% menor) e menor quantidade de lesões (NL), característica desejável.

Os frutos colhidos com 50% de casca amarela (T3) foram os que apresentaram as maiores massas. É provável que a maior massa apresentada pelos frutos do T3 seja devido ao tamanho da infrutescência (CI) apresentada por estes frutos, 7,9% maior. Segundo Sampaio et al. (2011) o mercado interno de frutas frescas tem preferência por frutos médios a grandes. Os resultados encontrados no atual trabalho foram inferiores os encontrados por Araújo et al. (2012), em que os frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ apresentaram peso médio de 1,62Kg. Todos os frutos do experimento apresentaram massas superiores ao da cultivar ‘Vitória’ (1,057 kg) (Cardoso et al. 2013) e com massas menores do que as cultivares ‘EC-93’ (1,99 kg) e ‘EC-105’ (1,75 kg) (Caetano et al., 2015). De acordo com a Instrução Normativa do MAPA (Brasil, 2002) o ponto de colheita não interferiu na classificação dos frutos, onde todos os tratamentos apresentaram-se como Classe 2 (maior que 1,20 kg até 1,50 kg), o que leva a crer que não iria fazer diferença, em termos financeiros, para os produtores.

Assim como o rendimento de polpa, a produção de resíduos não apresentam diferença estatística para o ponto de colheita. A casca é a fonte principal de resíduos, em média representa de 25% a 30% do fruto. As Agroindústrias são as principais interessadas em informações desse nível, pois são elas responsáveis por não permitir que estes resíduos contaminem o meio ambiente. Os resíduos destacam-se por seus elevados teores de açúcares, fibras e por um razoável conteúdo proteico (Martin et al. 2012).

Já em relação às lesões corticosas, os frutos que apresentaram a menor quantidade foram os verdes, o que indica que o menor ponto de maturação proporciona uma menor quantidade de lesões corticosas. Contudo a quantidade de lesões presente nesses frutos ainda é muito elevada, caracterizando um potencial problema para a comercialização desses. De acordo com Santos (2013), as lesões corticosas não são causadas pela broca do fruto. Análises em diversas amostras de frutos maduros colhidos em áreas de produtores não apresentaram larvas dessa praga, o que indica que essas lesões são causadas por outro fator. Bonfim Neto (2010) associa este problema à deficiência de boro. Essas lesões são um limitador de mercado, dificultando a comercialização do produto, devido a depreciação que este sofre, e gerando desconfiança junto aos consumidores em relação à qualidade do produto.

Conclusões

Estádios de maturação mais avançado respondem pelo aumento na qualidade biométrica dos frutos da cultivar de abacaxi Turiaçu, com destaque para valores de massa e dimensões. O elevado número de lesões presentes nos frutos confirma ser um problema relevante para a aparência da cv. Turiaçu, independentemente do ponto de colheita. Esse distúrbio fisiológico é menos marcante nos frutos colhidos no ponto verde.

Agradecimentos

Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA e à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Referências

- Andrade, M.G.S., Silva, S.M., Soares, L.G., Lima, R.P., Souza, A.S.B., Melo, R.S. 2015. Aspectos da qualidade de infrutescências dos abacaxizeiros ‘Perola’ e ‘Vitória’. *Revista Agropecuária Técnica – Agrotec* 36(1): 96-102.
- Araujo, J.R.G., Aguiar Júnior, A., Chaves, A.M.S., Reis, F.O. & Martins, M.R. 2012. Abacaxi Turiaçu: cultivar tradicional nativa do Maranhão. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34(4):1270-1276.
- Bezerra, F.T.C., Andrade, L.A., Bezerra, M.A.F. & Pereira, W.E., Fabricante, J.R., Oliveira, L.S.B., Feitosa, R.C. 2012. Biometria de frutos e sementes e tratamentos pré-germinativos em *Cassia grandis* L. (Fabaceae). *Ciências Agrárias* 33(1):2863-2876.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução Normativa nº1 de 1º de fevereiro de 2002. Regulamentos Técnicos de Identidade e de Qualidade para a classificação de Abacaxi, Uva Fina de Mesa e Uva Rústica. *Diário Oficial da União*. 01 fev.
- Caetano, L.C.S., Ventura, J.A. & Balbino, J.M.S. 2015. Comportamento de genótipos de abacaxizeiro resistentes à fusariose em comparação a cultivares comerciais suscetíveis. *Revista Brasileira de Fruticultura* 37(2):404-409.
- Cock, W.R.S. & Leal, N.R. 2012. Productive performance and vitamin c content in *Ananas comosus* L. Merrill submitted to different periods of flower induction. *Acta Horticulturae* 1(928):205-210.
- Gusmão, E., Vieira, F.A. & Fonseca Junior, E.M. 2006. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. Ex A. Juss.). *Cerne*12(1):84-91.
- Harou, A.P. & Walker, T.F., Barrett, C.B. 2016. Is late really better than never? The farmer welfare effects of pineapple adoption in Ghana. *Agricultural Economics* 48: 1-12.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> (Acesso em Junho de 2017).
- INMET. 2017. Tempo, Clima, Aplicações e Agrometeorologia - Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em 15 de mar de 2017.
- MINITAB. 2014. Minitab Quality Companion. 2005: MINITAB: Statistical software. Release 17.2.0.
- Rodrigues, A.C.C., Osuna, J.T.A., Queiroz, S.R.O.D. & Rios, A.P.S. 2006. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenthera colubrina* (VELL.) Brenan var. Cebil (GRISEB.) Altschul) procedentes de duas áreas distintas. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal* 9(8):1-15.
- Reinhardt, D.H., Souza, L.F.S. & Cabral, R.S.C. 2000. Abacaxi. Produção: aspectos técnicos. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA) – Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia (Brasília), 77p.
- Sampaio, A.C., Fumis & T.F., Leonel, S. 2011. Crescimento vegetativo e características dos frutos de cinco cultivares de abacaxi na região de Bauru, SP. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33(3):816-822.

- Santos, A.W.O. 2013. Controle de lesões corticosas na casca e qualidade de frutos de abacaxi cv. Turiaçu fertilizado com boro. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). 2013. 90f. – Centro de ciências agrárias, Universidade Estadual do Maranhão.
- Santos, E.A., Pinheiro, R.M., Ferreira, E.J.L. & Almeida, M.C. 2015. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Sorocea muriculata* MIQ. (Moraceae) nativa do Acre, Brasil. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer 11(22):485-497.
- Viana, E.S., Reis, R.C., Jesus, J.L., Junghans, D.T. & Souza, F.V.D. 2013. Caracterização físico-química de novos híbridos de abacaxi resistentes à fusariose. Ciência Rural 43(7):1155-1161.
- Vieira, F.A. & Gusmão, E. 2008. Biometria, armazenamento de sementes e emergência de plântulas de *Talisia esculenta* Radlk. (Sapindaceae). Ciência e Agrotecnologia 32(4):1073-1079.
- Mattiuz, B.H. 2007. Fatores da pré-colheita influenciam a qualidade final dos produtos. Revista Visão Agrícola 7:18-21.

Figura 1 - Condições climáticas ocorridas durante o período experimental (Abril 2015 à Outubro de 2016) no município de Turiaçu, MA quanto à precipitação acumulada e as médias mensais das temperaturas mínimas e máximas (INMET, 2017).

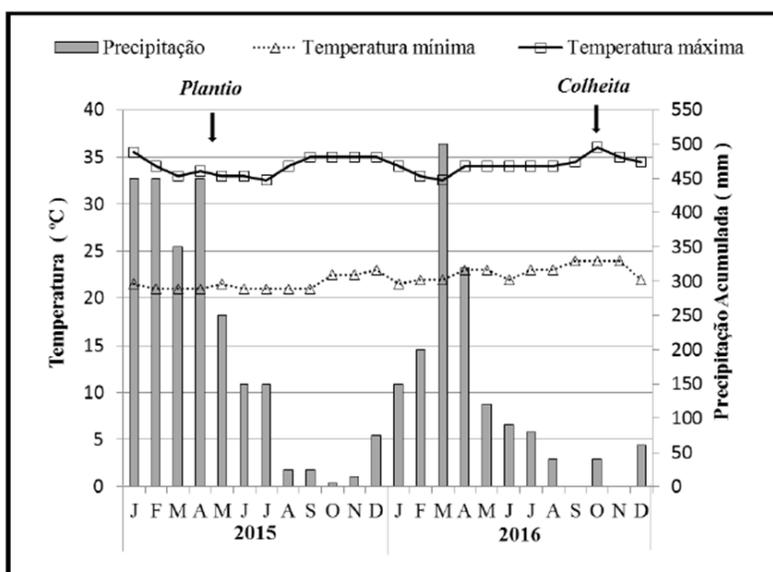


Tabela 1 - Valores médios de atributos de qualidade biométrica de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ colhidos em três estádios de maturação. n=15, \pm erro padrão da média (EPM).

Variável	Verdoso	Pintado	Colorido	p-valor	CV%
MF, (Kg)	1,18 \pm 0,03 b	1,33 \pm 0,04 a	1,37 \pm 0,05 a	0,0034	13,44
MI, (Kg)	0,82 \pm 0,03 b	0,92 \pm 0,04 ab	0,97 \pm 0,04 a	0,0268	17,53
CT (cm)	29,2 \pm 0,4 b	31,4 \pm 0,6 a	32,7 \pm 0,5 a	>0,000	7,65
CCo (cm)	11,6 \pm 0,4 b	12,6 \pm 0,4 ab	13,7 \pm 0,5 a	0,0052	14,24
CI (cm)	17,5 \pm 0,3 b	18,8 \pm 0,3 a	19,0 \pm 0,3 a	0,0032	7,21
CCo/CI	1,67 \pm 0,03 a	1,67 \pm 0,03 a	1,72 \pm 0,03 a	0,2619	6,14
DLM	100,80 \pm 1,04	98,51 \pm 1,80 a	97,90 \pm 1,38 a	0,3318	5,64
DLa/DLb	0,90 \pm 0,02 a	0,88 \pm 0,02 a	0,87 \pm 0,02 a	0,5398	8,52
RP (%)	69,35 \pm 0,70 a	69,36 \pm 1,08 a	69,97 \pm 0,99 a	0,8663	5,11
RCa (%)	24,70 \pm 0,63 a	25,01 \pm 0,96 a	24,89 \pm 0,79 a	0,9640	12,22
RCo (%)	5,95 \pm 0,22 a	5,63 \pm 0,25 a	5,13 \pm 0,30 a	0,0908	18,51
RT (%)	30,65 \pm 0,70 a	30,64 \pm 1,08 a	30,03 \pm 0,99 a	0,8663	11,67
NL	23 \pm 2 b	48 \pm 4 a	48 \pm 8 a	0,0013	58,80

Letras iguais e minúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de média de Tukey ao nível de 5%. Onde: IC = intervalo de confiança a 95% de confiança; t = ‘t’ calculado pelo teste t; $Pr > t_c$ = probabilidade calculada; CV = Coeficiente de variação; MF = massa total do fruto; MI = massa da infrutescência; CT = comprimento total do fruto; CCo = comprimento da coroa; CI = comprimento da infrutescência; CCo/CI = razão entre o comprimento da coroa e o da infrutescência; DLM = Diâmetro longitudinal da região mediana da infrutescência; DLa/DLb = razão entre as médias dos diâmetros longitudinais do ápice (DLa) e da base (DLb); RP = rendimento de polpa; RCa – resíduo gerado pela casca; RCo = resíduo gerado pela coroa; RT = resíduo total; NL = número de lesões.

Farinha de coprodutos do processamento de acerola: caracterização física e físico-química

Krystal Cardoso Soares Estefan de Paula, Lucas Martins da Silva, Solciaray Cardoso Soares Estefan de Paula, Cassiano Oliveira da Silva, Juliana Gonçalves Vidigal, Ligia Portugal Gomes Rebello & Kátia Yuri Fausta Kawase.

Instituto Federal Fluminense, *Campus* Bom Jesus do Itabapoana, Bom Jesus do Itabapoana, RJ, Brasil, e-mail: krystal-soares@hotmail.com.br

Resumo

A acerola é uma fruta difundida em praticamente todo o território brasileiro e com considerável expressão econômica. Ela se destaca pelo teor de ácido ascórbico elevado, além de fibras solúveis e insolúveis. O consumo de polpa de acerola é crescente e o processamento da fruta também gera aumento da produção de semente e bagaço, que são resíduos ainda subaproveitados. A farinha de coprodutos do processamento da acerola (FCA) possui potencial de utilização industrial por apresentar elevado teor de fibras e minerais, bem como elevada capacidade de hidratação. Este trabalho objetivou a caracterização física e físico-química da FCA. As sementes e o bagaço do processamento de acerola foram secos em desidratador com circulação forçada de ar a 55-60 °C por 23 horas, e triturados para obtenção da FCA. Foram realizadas análises físicas (volume de intumescimento, índice de absorção de óleo e densidade aparente) e físico-químicas (composição centesimal, pH e atividade de água). A FCA apresentou altos valores de intumescimento ($8,09 \text{ mL g}^{-1} \pm 0,38$), demonstrando elevada capacidade de hidratação e de absorção de óleo ($10,57 \text{ g óleo g}^{-1} \pm 0,53$). Para densidade aparente, o valor encontrado foi de $0,21 \text{ g mL}^{-1} \pm 0,02$. A determinação do percentual proteico da FCA resultou em $8,17\% \pm 0,01$, enquanto que para os percentuais de lipídios, cinzas e carboidratos, os valores foram de $1,23\% \pm 0,37$; $2,37 \pm 0,14$ e $67,95\% \pm 0,46$; respectivamente. A FCA apresentou pH de $3,60 \pm 0,32$, conferindo maior estabilidade à deterioração. Como o valor de A_w encontrado ($0,572 \pm 0,08$) foi inferior a 0,6; a FCA pode ser considerada estável microbiologicamente. Conclui-se que a FCA apresentou características tecnológicas adequadas, percentuais satisfatórios de proteína, lipídios, cinzas e carboidratos, além de condições desfavoráveis para o desenvolvimento e multiplicação de micro-organismos, em virtude dos baixos valores de pH e A_w .

Palavras-chave: *Malpighia emarginata* DC, uso de resíduos agroindustriais, coprodutos da acerola, capacidade de hidratação, absorção de óleo, impacto ambiental.

Abstract

Flour of co-products of barbados cherry processing: physical and physical-chemical characterization

The barbados cherry is a fruit spread in practically all the Brazilian territory and with considerable economic expression. It stands out for its high content of ascorbic acid and soluble and insoluble fibers. Although the consumption of barbados cherry pulp is

increasing, the processing of this fruit implies a greater seed and bagasse production, being these residues still underutilized. The flour of co-products of barbados cherry processing (FCB) has potential for industrial utilization by presenting high content of fibers and minerals, as well as high hydration capacity. This work aimed at the physical and physical-chemical characterization of the FCB. The seeds and the bagasse of barbados cherry processing were dried in dryer with forced circulation of air at 55-60°C for 23 hours, and crushed to obtain the FCB. Were performed physical analysis (swelling volume, oil absorption index and apparent density) and physical-chemical (centesimal composition, pH and water activity). The FCB presented high values of the intumescence ($8,09 \text{ mL g}^{-1} \pm 0,38$), showing high hydration capacity, and oil absorption ($10,57 \text{ g oleo g}^{-1} \pm 0,53$) with high absorption capacity of vegetable oil. For the apparent density parameter, the value found was $0,21 \text{ g mL}^{-1} \pm 0,02$. The determination of protein percentage of FCB resulted in a value of $8,17\% \pm 0,01$, while for the lipids, ashes and carbohydrates percentage the values were $1,23\% \pm 0,37$; $2,37 \pm 0,14$ e $67,95\% \pm 0,46$; respectively. The FCB pH of $3,60 \pm 0,32$ gives it a greater stability delaying deterioration. The value of A_w ($0,572 \pm 0,08$) was less than 0,6; so FCB can be considered microbiologically stable. It was concluded that the FCB presented adequate technological characteristics, satisfactory percentage of protein, lipids, ashes and carbohydrates, besides presenting unfavorable conditions for the development and multiplication of microorganisms, due to the low pH and A_w values.

Keywords: *Malpighia emarginata* DC, agro-industrial waste use, barbados cherry co-products, hydration capacity, oil absorption index, environmental decrease impact.

Introdução

A busca por alternativas viáveis de aproveitamento dos resíduos das indústrias de alimentos para desenvolvimento de novos produtos tem sido impulsionada pelo elevado índice de desperdício causado pelas mesmas e pela crescente preocupação com os impactos ambientais (Garmus et al., 2009).

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de frutas do mundo, e a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) se destaca pelo seu elevado teor de ácido ascórbico, e tem sido objeto de pesquisas, com o intuito de aumentar sua qualidade nutricional, com isso, agregar valor ao produto (Aquino et al., 2010).

A quantidade de polpa comestível que a acerola produz é responsável pelo sucesso de sua industrialização. Porém, 15 a 41% do volume total de toda acerola processada corresponde ao bagaço, casca e sementes, que são desprezados durante seu processamento, acarretando em custo operacional para as empresas (Aguiar et al., 2010; Vasconcelos et al., 2002) e, embora estes apresentem elevada capacidade de aproveitamento industrial, são na maioria das vezes descartados incorretamente (Freitas et al., 2006).

A casca, o caroço ou sementes e o bagaço são considerados fontes de matéria orgânica, servem como fonte de fibras, minerais, compostos antioxidantes, proteínas, enzimas, carboidratos, lipídios e vitaminas (Sousa et al., 2011).

A elaboração de farinha pela indústria de alimentos está ligada ao conceito de sustentabilidade ambiental, fundamentado na filosofia de “Reduzir, Reaproveitar, e Reciclar”, possibilitando o aproveitamento integral dos alimentos (CRN, 2012), além de apresentar efeitos benéficos à saúde e possuir boa conservação e diferentes propriedades

químicas e físicas, o que permite sua aplicação como ingredientes na produção de diversos produtos alimentícios como biscoitos, pães, iogurtes e doces (Marques, 2013).

A farinha dos coprodutos do processamento de acerola, em virtude do seu elevado teor de fibras e minerais, bem como elevada capacidade de absorver água de óleo, apresenta potencial para incorporação em diversos produtos (Marques, 2013).

Assim, este trabalho teve como objetivo a elaboração e a caracterização física e físico-química da farinha de coprodutos do processamento de acerola, com o intuito de agregar valor a esses rejeitos de processamento agroindustrial.

Material e Métodos

A acerola foi obtida do setor de fruticultura do Instituto Federal Fluminense *Campus* Bom Jesus do Itabapoana em estágio de plena maturação, com a coloração vermelho-púrpura e, em seguida, houve a seleção da mesma. O material selecionado foi imerso em solução clorada a 50 mg L^{-1} durante 15 minutos. Após a higienização, as frutas foram despolpadas, obtendo-se o bagaço, a semente e a casca.

Os resíduos do processamento de acerola (bagaço, semente e casca) foram secos em desidratador com circulação forçada de ar a $55\text{-}60 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 23 horas. As sementes inteiras e desidratadas foram trituradas em moedor de facas de 60 mesh. Após o beneficiamento, a farinha de coprodutos de acerola (FCA) foi embalada a vácuo em embalagens de polipropileno e armazenada até sua utilização sob temperatura ambiente.

Foram realizadas, em triplicata, análises físicas de volume de intumescimento (VI), de índice de absorção de óleo (IAO) e de densidade aparente (DA) da FCA.

O VI foi determinado em 1 g de amostra, misturado a 30 mL de água destilada em proveta de 100 mL. A suspensão foi continuamente agitada por 2 horas com barra magnética e posteriormente deixada em repouso para completa decantação. O volume ocupado pela amostra na proveta, denominado volume de intumescimento, foi expresso em mL g^{-1} de matéria seca (Seibel & Beléia, 2009).

O IAO foi determinado utilizando 1 g de amostra misturada com 10 mL de óleo em tubos de centrífuga, previamente pesados. Os tubos foram agitados em aparelho agitador de tubos e, posteriormente, centrifugados sob refrigeração a 3700 rpm por 20 minutos. O sobrenadante de cada tubo foi descartado e o sedimento úmido pesado. O índice de absorção foi obtido através da razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca, expressa em grama de óleo absorvido por grama de matéria seca (g óleo g^{-1}) (Seibel & Beléia, 2009).

Para determinar a DA, foram utilizados balança analítica e proveta graduada de 50 mL. O peso gerado foi dividido pelo volume ocupado pela farinha na proveta; com a DA expressa em g mL^{-1} .

Foram realizadas, em triplicata, análises físico-químicas de composição centesimal, de pH e de atividade de água (*Aw*) da FCA.

Para a determinação da composição centesimal foram realizadas as análises de: umidade, baseada na determinação da perda de peso da FCA submetida ao aquecimento em estufa com circulação e renovação de ar a $105 \text{ }^\circ\text{C}$, até peso constante (IAL, 2008); proteínas, pelo método Micro Kjeldahl, com digestão inicial das amostras a $350 \text{ }^\circ\text{C}$ por duas horas e, posterior destilação em destilador de nitrogênio e titulação com HCl 0,05M (IAL, 2008); lipídios, pelo processo de extração por Soxhlet por seis horas em refluxo,

seguida da secagem dos em estufa com circulação e renovação de ar a 105°C até peso constante (IAL, 2008); cinzas, com a carbonização das amostras à 250°C e posterior incineração em mufla à 550 °C, até a obtenção de cinzas claras (IAL, 2008); carboidratos, determinados pelo cálculo da diferença entre 100 gramas de FCA e a soma total dos teores de umidade, proteínas, lipídios e cinzas.

O pH (potencial de hidrogênio) foi determinado conforme método N° 017/IV (IAL, 2008), utilizando-se potenciômetro digital previamente calibrado (Marca: MS TecnoPON Instrumentação – mPA 210). A Aw foi realizada em analisador de Aw (Marca: Nova Sina-LabSwift Aw).

Para as análises físicas e físico-químicas realizadas, foram apresentadas as médias de três repetições com seus respectivos desvios-padrão.

Resultados e Discussão

Análises físicas

O estudo do comportamento tecnológico de farinhas de coprodutos é importante para verificar a viabilidade de incorporação dessas matérias-primas em diferentes formulações da área de panificação. Visto isso, foram realizadas as análises de intumescimento, absorção de óleo e densidade aparente na farinha de coprodutos do processamento de acerola (FCA). Os resultados dos parâmetros físicos da FCA estão no quadro 1.

O volume de intumescimento (VI) é definido como a fixação espontânea de água pela matriz proteica e depende da densidade, porosidade e solubilidade. Assim como a absorção de óleo, o VI está relacionado com as propriedades de hidratação da farinha. O VI da FCA obtida neste trabalho foi considerado elevado, $8,09 \pm 0,38 \text{ mL g}^{-1}$, superior ao encontrado por Ribeiro (2014) em farinhas de trigo ($3,14 \text{ mL g}^{-1}$), de quinoa ($2,55 \text{ mL g}^{-1}$), de linhaça dourada ($6,47 \text{ mL g}^{-1}$) e de soja ($6,86 \text{ mL g}^{-1}$). Com isso, observa-se que a FCA apresenta maior capacidade de hidratação, quando comparada às farinhas de outras matérias-primas alimentícias.

Segundo Padilla et al. (1996), o Índice de Absorção de Óleo (IAO) é atribuído principalmente à combinação de gordura aos grupos não polares das proteínas ou à disponibilidade de grupos lipofílicos e reflete a capacidade de absorção e retenção de óleo vegetal da farinha. O IAO encontrado ($10,57 \text{ g óleo g}^{-1}$) foi superior ao da farinha de trigo ($2,73 \text{ mL g}^{-1}$) obtida por Ribeiro (2014).

López et al. (1996) relataram que as fibras têm propriedade de absorver óleo devido à presença de lignina na composição química, sendo as fibras insolúveis as que absorvem maior quantidade de óleo, quando comparadas às fibras solúveis. O expressivo valor de IAO encontrado neste trabalho pode ser atribuído ao fato da FCA, segundo Sobrinho (2014), apresentar maior percentual de fibras insolúveis (49,80%) do que solúveis (17,55%).

As farinhas com elevado IAO podem ser utilizadas em alimentos ricos em gordura e emulsões por facilitarem a estabilização (Gricelmo-Miguel et al., 1999). Entretanto, segundo Betancur-Ancona et al. (2003), um baixo IAO está associado à diminuição da absorção do colesterol, podendo estes produtos serem úteis na alimentação de pacientes hipercolesterolêmicos.

Para o parâmetro físico de densidade aparente, o resultado obtido foi de $0,21 \text{ g mL}^{-1}$. Resultados superiores foram encontrados por Alcântara et al. (2012) na farinha de casca de maracujá ($0,345 \text{ g mL}^{-1}$). As diferenças na densidade das farinhas apresentadas podem ser atribuídas às alterações nas estruturas físicas das matrizes das diferentes matérias-primas utilizados (Pereira et al., 1999).

Análises físico-químicas

Os resultados dos parâmetros físico-químicos da farinha de coprodutos de acerola estão apresentados no quadro 2.

O teor de umidade encontrado para FCA é considerado alto, e embora o número de dados na literatura referente à caracterização da FCA para a alimentação humana seja limitado, o percentual de umidade é considerado superior ao trabalho de Abud & Narain (2009), que encontraram, para farinha de coprodutos de acerola, valores médios de $7,02 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$.

A determinação do teor proteico da FCA resultou no valor médio de 8,17%. Silva et al. (2011) também caracterizaram farinha de bagaço e semente de acerola, encontrando percentual proteico equivalente a $7,04 \pm 0,05\%$. Mendes (2013) caracterizou farinhas de casca de abacaxi e de casca de manga obtendo percentuais médios de $4,49 \pm 0,40\%$ e $2,19 \pm 0,82\%$, respectivamente.

O valor médio de lipídios foi de 1,23%, sendo inferior ao de farinha de trigo (3,45%) e de farinha de fruta-pão (3,85%), segundo Cavallini (2015). O processo de oxidação de lipídios insaturados faz com que se inicie uma série complexa de reações com radicais livres, que produzem compostos de importante impacto sobre as propriedades sensoriais e a estabilidade oxidativa de farinhas durante a estocagem e o armazenamento (Ortolan et al., 2010).

Com relação ao teor de cinzas (resíduo mineral fixo), o valor encontrado foi de 2,37%. Em farinha de coprodutos de acerola, Silva et al. (2011) encontraram resultado próximo de 1,99%. Tal diferença pode ser explicada por diversos fatores, como a composição do solo, que pode interferir na presença de minerais nos alimentos (Ordoñez, 2005).

O teor de carboidratos da FCA foi de 67,95%. Couto (2007) obteve um percentual de carboidratos de 79,52% para farinha de casca de pequi. Para farinha de trigo, Cavallini (2015) encontrou percentual de 73,84%.

O valor de pH da FCA foi de 3,60, similar ao da farinha de coprodutos de acerola (3,87) caracterizada por Abud & Narain (2009). Cavallini (2015), na caracterização de farinha de fruta-pão, obteve valor de pH 6,34. Valores maiores de pH podem influenciar na qualidade e na durabilidade da farinha, visto que produtos com menor pH (mais ácidos) são naturalmente mais estáveis quanto à deterioração por micro-organismos (Couto, 2007).

Para o parâmetro A_w , o valor obtido foi de 0,572. De acordo com Gava et al. (2007), alimentos com A_w inferior a 0,6 são microbiologicamente estáveis, uma vez que os micro-organismos contaminantes não encontram condições favoráveis para desenvolvimento e multiplicação.

Os resultados obtidos mostram que a farinha de coprodutos do processamento de acerola desenvolvida neste trabalho encontra-se dentro da faixa estabelecida para alimentos secos e estáveis do ponto de vista microbiológico, uma vez que apresenta umidade menor

que 25% e Aw inferior a 0,6, faixa considerada mínima para o desenvolvimento de micro-organismos (Gava et al., 2007).

Conclusões

O expressivo percentual de intumescimento e absorção de óleo caracteriza a farinha de coprodutos do processamento de acerola como tendo elevado potencial de hidratação. As condições desfavoráveis para o desenvolvimento e multiplicação de micro-organismos possibilitam, de forma segura, a sua utilização e aplicação em produtos alimentícios. Além disso, é uma alternativa para a redução do impacto ambiental gerado pelo descarte inadequado dos coprodutos do processamento de acerola.

Referências

- Abud, A.K.S. & Narain, N. 2009. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. *Brazilian Journal of Food Technology* 12(4):257-265.
- Aguiar, T.M., Rodrigues, F.S., Santos, E.R. & Sabaa-Sur, A.U.O. 2010. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. *Revista da Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição* 35(2):91-102.
- Alcântara, S.R., Sousa, G.A.B., Almeida, F.A.C. & Gomes, J.P. 2012. Caracterização físico-química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 14:473-478.
- Aquino, A.C.M.S., Mões, R.S., Leão, K.M.M., Figueiredo, A.V.D. & Castro, A.A. 2010. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo *cookies* elaborados com farinha de resíduos de acerola. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* 69(3):379-386.
- Betancur-Ancona, D., Peraza-Mercado, G., Moguelordóñez, Y. & Fuertes-Blanco, S. 2004. Physicochemical characterization of lima bean (*Phaseolus lunatus*) and jack bean (*Canavalia ensiformis*) fibrous residues. *Food Chemistry* 84:287-295.
- Cavallini, O.F. 2015. Caracterização físico-química do amido e da farinha da fruta-pão (*Artocarpus altilis*) e aplicação em pão de forma. 2015. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.
- Couto, E.M. 2007. Utilização da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na elaboração de pão de forma. 2007. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2007.
- CRN (Conselho Regional de Nutricionistas). 2012. O aluno de nutrição na busca de um mundo sustentável. São Paulo: Conselho Regional de Nutricionistas da Terceira Região.
- Freitas, C.A.S., Maia, G.A., Costa, J.M.C., Figueiredo, R.W. & Sousa, P.H.M. 2006. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. *Revista Brasileira de Agrociência* 12:395-400.
- Garmus, T.T., Bezerra, J.R.M.V., Rigo, M. & Córdova, K.R.V. 2009. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial* 3(2):56-65.
- Gava, A.J., Silva, C.A.B. & Frias, J.R.G. 2007. Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2009. 512p.

- Gricelmo-Miguel, N., Carrerasboladeras, E. & Martín-Belloso, O. 1999. Development of high-fruit-dietary-fibre muffins. *European Food Research and Technology* 210(2):123-128.
- IAL (Instituto Adolf Lutz). 2008. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: 5.ed., 2008. 1020p.
- López, G., Ros, G., Rincon, F., Periago, M.J., Martínez, M.C. & Ortuño, J. 1996. Relationship between physical and hydration properties of soluble and insoluble fiber of artichoke. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 44(9):2773-2778.
- Marques, T.R. 2013. Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola: Farinhas e barras de cereais. 2013. 103f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica), Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- Mendes, B.A.B. 2013. Obtenção, caracterização e aplicação de farinha das cascas de abacaxi e de manga. 2013. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- Ordoñez, J.A. 2005. Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, v.2, 280p.
- Ortolan, F., Hecktheuer, L.H. & Miranda, M.Z. Efeito do armazenamento à baixa temperatura (-4°C) na cor e no teor de acidez da farinha de trigo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30(1):55-59.
- Padilla, F.C., Alvarez, M.T. & Alfaro, M.J. 1996. Functional properties of barinas nut flour (*Caryodendron orinocense* Karst., Euphorbiaceae) compared to those of soybean. *Food Chemistry* 57(2):191-196.
- Pereira, J., Ciacco, C.F., Vilela, E.R. & Teixeira, A.L.S. 1999. Féculas fermentadas na fabricação de biscoitos: estudo de fontes alternativas. *Food Science and Technology* 19(2):287-293.
- Ribeiro, G.P. 2014. Elaboração e caracterização de farinhas de quinoa, linhaça dourada e soja para aplicação em biscoitos doce sabor coco. 2014. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Seibel, N.F & Beléia, A.D.P. 2009. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. *Brazilian Journal Food Technology* 12(2):113-122.
- Silva, I.F.B., Sousa, B.A.A., Beserra, A., Silva, W.A. & Medeiros, G.C.A. 2011. Elaboração de biscoitos tipo *cookies* com farinha de resíduos do processamento de polpa de acerola. In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia, 2011, Sousa-PB. Anais... Sousa-PB.
- Sobrinho, I.S.B. 2014. Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas. 2014. 166f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- Sousa, M.S.B., Vieira, L.M., Silva, M.J.M. & Lima, A. 2011. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. *Ciência e Agrotecnologia* 35(3):554-559.
- Vasconcelos, V.R., Neiva, J.N.M. & Pimentel, J.C.M. 2002. Utilização de subprodutos do processamento de frutas na alimentação de caprinos e ovinos. In: Seminário Nordeste de Pecuária (PECNORDESTE), 2002. Fortaleza. Anais... Fortaleza.

Quadro 1 - Parâmetros físicos da farinha de coprodutos do processamento de acerola.

Parâmetros Físicos*	
Intumescimento (mL g ⁻¹)	8,09 ± 0,38
Índice de absorção de óleo (g óleo g ⁻¹)	10,57 ± 0,53
Densidade aparente (g mL ⁻¹)	0,21 ± 0,02

* Média de três repetições seguida de desvio-padrão.

Quadro 2 - Parâmetros físico-químicos da farinha de coprodutos de acerola.

Parâmetros Físico-Químicos*	
Umidade (%)	20,32 ± 0,01
Proteína (%)	8,17 ± 0,08
Lipídios (%)	1,23 ± 0,37
Cinzas (%)	2,37 ± 0,14
Carboidratos (%)	67,95 ± 0,46
pH	3,60 ± 0,32
Aw	0,572 ± 0,08

* Média de três repetições seguida de desvio-padrão.

Conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes condições de temperaturas

Acácio Figueiredo Neto¹, Daíse Souza Reis¹ & Raquel Mota Carneiro²

¹Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Av. José de Sá Maniçoba, S/N – Centro, 56304-917, Petrolina, PE, Brasil, acacio.figueiredo@univasf.edu.br

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido), Petrolina, PE, Brasil

Resumo

O objetivo deste trabalho foi identificar a melhor temperatura de desidratação para a produção de farinha de acerola de alta qualidade de consumo e estabilidade de parâmetros físico-químicos durante a conservação. Frutos de acerola ‘Flor Branca’ foram colhidos no estágio de maturação maduro em um pomar comercial do Vale do São Francisco, Petrolina, PE. Frutos com ou sem sementes foram sanitizados e desidratados nas temperaturas de 60, 70 ou 80 °C em estufa de circulação de ar forçado e, logo após, foram triturados para a obtenção da farinha, a qual foi armazenada em temperatura ambiente em embalagens de polietileno herméticas. A polpa dos frutos foi utilizada para a determinação do pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA) e umidade. A farinha de acerola foi avaliada a cada 15 dias, por um período de 75 dias, quanto ao pH, SS, AT, AA e cor. Para todas as temperaturas de desidratação, os valores de pH e SS foram semelhantes, variando entre 3,5-4,2 e 6,3-11,7, respectivamente. Os SS apresentaram menor variação ao final do armazenamento. A AT aumentou em todas as amostras variando de 5 a 10%. As perdas de ácido ascórbico foram de 76,2 e 80, 23,9 e 55, ou 37,9 e 65% para as farinhas com e sem semente desidratadas a 60, 70 ou 80 °C, respectivamente. De acordo com os resultados obtidos, a melhor temperatura de desidratação é 70 °C, pois resultou em farinha com alta qualidade de consumo e estabilidade de parâmetros físico-químicos durante 75 dias de conservação.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata* D.C., qualidade, secagem, vida de prateleira, ácido ascórbico.

Abstract

Conservation of dehydrated acerola flour under different temperature conditions

The objective of this study was to identify the ideal dehydration temperature to produce acerola flour with high consumer quality and high physico-chemical stability during storage. ‘Flor Branca’ acerolas were harvested at the red ripe stage in a commercial orchard in the São Francisco Valley, Petrolina, PE, Brazil. Fruits with or without seeds were dried at 60, 70 or 80 °C in a forced air circulating oven. Dried fruit were ground to obtain the flour, which was stored at room temperature in sealed polyethylene bags. The fresh fruits were evaluated at harvest for pH, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), ascorbic acid (AA) and humidity. The acerola flour was analyzed every 15 days for 75 days for pH, SS, AT, AA and color. For all drying temperatures, pH and SS exhibited similar

levels ranging between 3.5 to 4.2 and 6.3 to 11.7, respectively. TA increased during storage in all drying temperatures, ranging from 5 to 10%. AA losses were 76.2 and 80%, 23.9 and 55%, 37.9 and 65% for flour obtained from fruit with and without seed, dehydrated at 60, 70 and 80 °C, respectively. According to the results, the best drying temperature is 70°C, which resulted high flour quality and physico-chemical stability during 75 days of storage.

Keywords: *Malpighia emarginata* D.C., fruits, drying, shelf life ascorbic acid.

Introdução

A acerola, *Malpighia emarginata* D.C., é um fruto tropical de grande valor nutricional por apresentar altas concentrações de ácido ascórbico (AA), as quais podem chegar a valores de 5%, agregando um alto potencial nutricional para o consumo do fruto fresco ou industrializado (Segtowitz, 2013). A industrialização da acerola para obtenção da farinha é uma alternativa para diversificar as possibilidades de comercialização dos frutos, o que permite aumentar a estabilidade e reduzir as perdas pós-colheita do produto, tornando possível o armazenamento em condições ambientais por maior tempo e propiciando o consumo do produto fora da safra. Estudos realizados por Menezes (2009) constatam que após a desidratação de acerola foi possível preservar aproximadamente 67% dos conteúdos de AA no produto processado.

A farinha de acerola é um produto que pode ser obtido da desidratação da fruta na forma *in natura*, ou residual, como opção para resolver o problema das perdas pós-colheita causadas pela sensibilidade dos frutos, principalmente durante a colheita e transporte. Desse modo, a produção da farinha de acerola é uma das formas de garantir a conservação dessa fruta por mais tempo, e de melhor aproveitamento dos seus constituintes (Carneiro e Mello, 2011).

Todos os produtos apresentam um tempo de vida útil que é caracterizado pela sua estabilidade nutricional, sensorial, química, física e microbiológica. Entende-se por estabilidade de um produto o período no qual ele pode ser consumido de forma que as suas características nutricionais e microbiológicas estejam conservadas (Yuyama et al., 2008).

Dessa maneira, a técnica de conservação adequada dos produtos é uma forma de se garantir a estabilidade dos mesmos por mais tempo. Partindo desse pressuposto, o trabalho teve como objetivo realizar a desidratação de acerola em três temperaturas, e avaliar a estabilidade do produto a partir de análises físicas e químicas durante 75 dias de armazenamento.

Material e Métodos

Os frutos de acerola ‘Flor Branca’ foram colhidos no estágio de maturação maduro (100% de coloração da casca vermelha) no primeiro semestre de 2016 em um pomar comercial localizado no Projeto Senador Nilo Coelho, Núcleo 4, Petrolina, PE (9°21’51.50”S e 40°39’43.80”W). Após a colheita, os frutos foram levados em contentores plásticos aos Laboratórios de Armazenamento de Produtos Agrícolas e Química Geral da Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Juazeiro onde foram submetidos à lavagem com água corrente e a sanitização em água clorada a 20 mg. L⁻¹.

Após a sanitização, os frutos foram lavados novamente e dispostos em peneiras para secar em temperatura ambiente. Antes da desidratação, os frutos *in natura* foram avaliados quanto: pH, por meio de leitura em pHmetro digital modelo HI 221 (Splabor, São Paulo);

sólidos solúveis (SS), determinados em Brix° através de leitura em refratômetro digital modelo RTP-20ATC (Instrutherm, São Paulo); acidez titulável (AT), por meio da titulação do suco com 0,1 mol.L-1 de NaOH até pH 8,1; umidade, através de secagem da amostra em estufa a 105°C, até massa constante; Ácido ascórbico (AA), utilizando o método de Tillmans com titulação em 2-6 Diclorofenol- indofenol (DFI); cor, determinada através de leitura em colorímetro CR-400 Minolta (Konica Minolta, Japão) pelas escalas de cor Luminosidade (L), Cromo (C) e ângulo hue (h), de acordo Bezerra et al., (2011), Toebe et al., (2011). Todas as análises seguiram as metodologias preconizadas por Instituto Adolfo Lutz (2008).

Após avaliação inicial, os frutos restantes foram divididos em dois lotes para a obtenção de frutos com e sem sementes, os quais foram submetidos à desidratação em Estufa de Circulação e Renovação de ar, modelo SL 102 (SOLAB, São Paulo), com capacidade para secagem de até 6 Kg, nas temperaturas de 60, 70 ou 80 °C. Para obtenção da polpa, as sementes foram retiradas manualmente, com o auxílio de uma faca, resultando em uma pasta homogênea. Para desidratação, as amostras de frutos, com semente e sem semente, foram dispostas em bandejas com capacidade para 1 kg de polpa. A desidratação foi realizada até os frutos atingirem umidade de aproximadamente 15%, conforme recomendação de Celestino (2010). Para a análise inicial dos frutos in natura, assim como para cada temperatura de desidratação, foram utilizadas três repetições com 7 kg de frutos por repetição.

O armazenamento ocorreu em temperatura de 25 °C e umidade relativa de 48%. Durante 75 dias, as amostras foram submetidas a análises, a cada 15 dias, totalizando 6 tempos de condições de armazenamento (0, 15, 30, 45, 60 e 75 dias), com o objetivo de se avaliar o tempo de vida de prateleira.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x6 (temperatura x tempo). Para maior compreensão dos resultados, o esquema fatorial foi avaliado separadamente para a farinha de acerola com semente e farinha de acerola sem semente, onde foram analisadas três temperaturas e o armazenamento, com seis tempos pré-definidos.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa ASSISTAT Versão 7.7 (Silva e Azevedo, 2002), e os dados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias pelo teste de Tukey a 5%.

Resultados e Discussão

No quadro 1 estão os resultados para umidade das acerolas desidratadas. As temperaturas de 70 °C e 80 °C se mostraram com diferenças significativas entre 0 e 75 dias de armazenamento. Os teores de umidade mais elevados foram de 24,04% e 25,48%, referente ao produto resultante da secagem a 60 °C do fruto sem semente. Apesar dos valores elevados, as farinhas de acerola encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela ANVISA (1978) para frutas desidratadas que é de no máximo 25%.

No quadro 2, estão apresentados os resultados das análises físico-químicas obtidos para os frutos in natura, no momento da colheita. Os teores de AA no fruto in natura estão de acordo com a literatura, variando de 1,28% a 0,97%, conforme descrito por Fonseca et al. (2012) e Costa et al. (2011).

De acordo com os resultados obtidos para a farinha, o pH foi superior ao determinado no fruto in natura mesmo durante o armazenamento (quadro 3). Os valores de

pH encontrados para a farinha de acerola, elaborada com e sem semente, ficaram abaixo de 4,5, o qual inibe a proliferação de muitos microrganismos (AQUINO et al. 2010). Nas amostras com semente, a temperatura de 70 °C foi a que apresentou um maior valor de pH inicial, de 3,85, o qual diminuiu significativamente após os 75 dias de armazenamento.

A farinha obtida de frutos com semente e desidratada a 60 °C mostrou-se mais ácida, com um valor de pH de 3,62, estando mais próximo do pH do fruto in natura, que também apresentou menor valor com relação às outras amostras.

Os SS diminuíram entre o tempo inicial e final de armazenamento para as três temperaturas de desidratação avaliadas, em ambas as amostras analisadas (quadro 4). No entanto, tal redução foi significativa apenas para a temperatura de 60 °C para farinha com semente, que também apresentou menor valor inicial de SS em relação às demais temperaturas de desidratação.

Os resultados mostram que apesar das diferenças entre os tempos de armazenamento, principalmente a partir dos 30 dias, tanto os açúcares como os outros teores avaliados tendem a se estabilizar.

Os resultados da avaliação do AA na farinha de acerola das amostras, com e sem semente, estão discriminadas no quadro 5. Comparando com o fruto in natura, a perda de água nos frutos durante a desidratação tende a concentrar os nutrientes. Verificou-se que as amostras sem semente tiveram ao zero dia de armazenamento um conteúdo de AA de até 19 vezes superior ao teor do fruto antes de ser desidratado, com concentrações de 19,45%, 9,341% e 10,29% para as temperaturas de 60 °C, 70 °C e 80 °C, respectivamente.

Aquino et al., (2010), ao desidratar resíduo de acerola em secador elétrico com recirculação de ar forçado, obteve um teor de AA de 9,55%, similar ao obtido no presente estudo para a farinha desidratada a 70 °C. Valores menores foram determinados por Braga et al., (2011), quando caracterizaram farinhas de acerola produzidas a partir de resíduo industrial, relatando valores médios de 2,57% de AA. A eficiência da desidratação na perda de água do fruto, e conseqüente acúmulo de vitamina C, tem sido observada também em caracterização nutricional de polpa de manga Rosa desidratada. Bezerra et al., (2011) constataram um aumento significativo de AA, na ordem de 47%, no pó de manga, quando comparado com o teor inicial antes do processamento.

Houve diferenças significativas no ângulo hue (h) para ambos os tratamentos apenas na temperatura de 60 °C para a farinha de polpa desidratada durante a armazenagem. Na farinha sem semente, comportamento similar foi observado até 45 dias. A tonalidade das amostras decresce com o tempo, o que denota visualmente um escurecimento das mesmas, principalmente nas amostras de farinha sem semente desidratada a 60 °C que apresentaram um ângulo de 61,08 após 75 dias de armazenamento (quadro 6).

O ângulo hue (h) caracteriza diferentes tonalidades de cor a cada 90°, sendo de 0° para o vermelho, 90° para o amarelo, 180° para o verde e 270° para o azul (SILVA et al. 2015). Os ângulos obtidos a partir da leitura com o colorímetro variam de 60 a 69°. Evidenciam uma cor amarelo-vermelho, para todas as amostras sendo que a farinha da polpa se mostrou com tom mais amarelado. A farinha obtida com a desidratação a 60 °C apresentou ângulos mais baixos, conseqüentemente foi a mais escura visivelmente, devido ao maior tempo de desidratação.

Conclusões

A desidratação de acerola pode ser realizada tanto com frutos sem semente como com semente, dependendo das necessidades locais e do produtor. As farinhas processadas de frutos sem sementes apresentaram valores mais estáveis de pH e SS durante o armazenamento. Houve uma maior conservação do ácido ascórbico ao final do armazenamento para a farinha obtida com semente na temperatura de processamento de 70 °C.

O processamento da farinha de acerola revela uma opção para industrialização dessa fruta, considerada como fonte de ácido ascórbico resultando em um bom aproveitamento das suas qualidades nutricionais.

Referências

- Aquino, A.C. M.S., Moes, R.S., Leão, K.M.M., Figueiredo, A.V.D. & Castro, A.A. 2010. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* 69(3):379-386.
- Bezerra, T.S., Costa, J.M.C., Afonso, M.R.A., Maia, G.A. & Clemente, E. 2011. Avaliação físico-química e aplicação de modelos matemáticos na predição do comportamento de polpas de manga desidratadas em pó. *Revista Ceres* 58(3): 278-283.
- Braga, A.C.D., Lima, M.S., Azevedo, L.C. & Ramos, M.E.C. 2011. Caracterização e obtenção de farinha do resíduo gerado no processo industrial de clarificação do suco de acerola. *Revista Semiárido de Visu* 1(2):126-133.
- Carneiro, T.B. & Mello, J.G. 2011. Frutos e polpa desidratada Buriti (*Mauritia flexuosa* L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Pombal, Paraíba*: 6 ed. v.2.
- Celestino, C.M.S. 2010. Princípio de Secagem de Alimentos. 1º edição. Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 51p. (Embrapa Cerrados, Circular Técnica 276).
- Costa, A.C.S., Lima, M.A.C. & Alves, R.E. 2011. Caracterização físico-química de acerola e dos resíduos do processamento em dois estádios de maturação. Artigo em anais de congresso. Simpósio brasileiro de pós-colheita de frutas, hortaliças e flores, 2011, Nova Friburgo. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria Tropical.
- Figueirêdo, R.M.F., De Melo Queiroz, A.J. & Martucci, E.T. 2005. Alterações de cor da acerola em pó sob condições controladas. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 7(1):49-57.
- Fonseca, M.D., Teixeira, B.V.F., Silva, L.F.L., Andrade, M.V.S., Reis, R.C. & Viana, E.D.S. 2012. Caracterização físico-química de híbridos de acerola desenvolvidos pela Embrapa mandioca e fruticultura. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Resumo em anais de congresso. Congresso Brasileiro de Ciência E Tecnologia de Alimentos, 2012, Campinas, São Paulo. Campinas: SBCTA, 2012. 1 CD-ROM.
- Instituto Adolfo Lutz. 2008. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. São Paulo.
- Menezes, A.R.V., Silva Junior, A., Cruz, H.L.L., Araujo, D R. & Sampaio, D.D. 2009. Estudo comparativo do pó da acerola verde (*Malpighia emarginata* DC) obtido em estufa por circulação de ar e por liofilização. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 11:1-8.

- Segtowick, E.C.S., Brunelli, L.T. & Venturini Filho, W.G. 2013. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. *Brazilian Journal of Food Technology* 16(2):147-154.
- Silva, F.A.S. & Azevedo, C.A.V. 2002. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 4(1):71-78.
- Silva, D.F.P., Siqueira, D.L., Pereira, C.S., Salomão, L.C.C. & Struiving, T.B. 2015. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. *Ceres* 56(6).
- Yuyama, L.K.O., Maeda, R.N., Pantoja, L., Aguiar, J.P.L. & Marinho, H.A. 2008. Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28(2):408-412.

Quadro 1 - Médias de umidade (%) para a acerola desidratada no estágio de maturação maduro com semente e sem semente para interação temperatura de secagem e tempo de armazenamento. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Farinha com semente		
	Tempo de armazenamento (dias)	
Temperatura (°C)	0	75
60	21,69 ^{aA}	22,17 ^{aA}
70	16,06 ^{bB}	18,78 ^{bA}
80	15,68 ^{bB}	19,34 ^{bA}
Farinha sem semente		
	Tempo de armazenamento (dias)	
Temperatura (°C)	0	75
60	24,04 ^{aA}	25,48 ^{aA}
70	18,24 ^{bB}	23,84 ^{aA}
80	17,40 ^{bB}	19,51 ^{bA}

Quadro 2 - Características físico-químicas de acerola 'Flor Branca' *in natura* no momento da colheita

pH	SS	AT (%)	AA (%)	Umidade %
3,47	11	1,12	1,15	90,75

Quadro 3 - pH de farinha de acerola ‘Flor Branca’ desidratada com ou sem semente no estágio de maturação maduro. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Farinha com semente						
Tempo de armazenamento (dias)						
Temperatura (°C)	0	15	30	45	60	75
60	3,62 ^{cAB*}	3,59 ^{bBC}	3,53 ^{bD}	3,55 ^{aCD}	3,60 ^{bAB}	3,64 ^{aA}
70	3,85 ^{aA}	3,65 ^{aB}	3,64 ^{aB}	3,58 ^{aC}	3,64 ^{aB}	3,62 ^{aBC}
80	3,74 ^{bA}	3,55 ^{cB}	3,56 ^{bB}	3,49 ^{bC}	3,55 ^{cB}	3,57 ^{bB}
Farinha sem semente						
Tempo de armazenamento (dias)						
Temperatura (°C)	0	15	30	45	60	75
60	3,88 ^{bA}	3,76 ^{aA}	3,83 ^{aA}	3,86 ^{aA}	3,89 ^{aA}	3,91 ^{aA}
70	4,16 ^{aA}	3,92 ^{aAB}	3,89 ^{aB}	3,86 ^{aB}	3,91 ^{aAB}	3,93 ^{aAB}
80	4,18 ^{aA}	3,80 ^{aB}	3,92 ^{aAB}	3,87 ^{aB}	3,91 ^{aB}	3,91 ^{aB}

Quadro 4 - Sólidos solúveis de farinha de acerola ‘Flor Branca’ desidratada com ou sem semente no estágio de maturação maduro. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Farinha com semente						
Tempo de armazenamento (dias)						
Temperatura (°C)	0	15	30	45	60	75
60	8,33 ^{bA*}	7,33 ^{bAB}	6,33 ^{bB}	8,0 ^{aAB}	8,00 ^{aAB}	8,20 ^{bAB}
70	10,33 ^{aA}	8,67 ^{abAB}	8,00 ^{aB}	7,83 ^{aB}	8,33 ^{aB}	9,17 ^{abAB}
80	10,17 ^{aA}	9,67 ^{aA}	8,33 ^{aAB}	7,33 ^{aB}	9,33 ^{aA}	9,77 ^{aA}
Farinha sem semente						
Tempo de armazenamento (dias)						
Temperatura (°C)	0	15	30	45	60	75
60	10,00 ^{aAB}	8,33 ^{cC}	8,67 ^{aBC}	7,97 ^{aC}	10,67 ^{aA}	10,00 ^{aAB}
70	11,00 ^{aAB}	11,33 ^{aA}	9,00 ^{aC}	9,00 ^{aC}	10,67 ^{aAB}	9,67 ^{aBC}
80	11,17 ^{aA}	9,67 ^{bAB}	9,67 ^{aAB}	8,67 ^{aB}	9,60 ^{aAB}	9,67 ^{aAB}

Quadro 5 - Concentração de ácido ascórbico em farinha de acerola ‘Flor Branca’ desidratada com ou sem semente no estágio de maturação maduro. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Farinha com semente (%)						
Tempo de armazenamento (dias)						
Temperatura (°C)	0	15	30	45	60	75
60	5,35 ^{aA*}	2,03 ^{cB}	1,95,6 ^{cB}	1,72 ^{cB}	1,49 ^{cB}	1,27 ^{bB}
70	4,22 ^{bA}	3,54 ^{bA}	3,38 ^{bA}	3,51 ^{bA}	3,45 ^{bA}	3,21 ^{aA}
80	5,25 ^{aA}	5,19 ^{aA}	4,89 ^{aA}	4,85 ^{aA}	5,00 ^{aA}	3,26 ^{aB}
Farinha sem semente (%)						
Tempo de armazenamento (dias)						
Temperatura (°C)	0	15	30	45	60	75
60	19,45 ^{aA}	7,82 ^{aB}	7,41 ^{aB}	7,21 ^{aB}	5,57 ^{bC}	3,90 ^{aD}
70	9,34 ^{bA}	8,87 ^{aAB}	7,30 ^{aBC}	7,62 ^{aB}	7,18 ^{aC}	4,18 ^{aD}
80	10,29 ^{bA}	8,64 ^{aB}	7,90 ^{aB}	7,41 ^{aB}	7,62 ^{aB}	3,54 ^{aC}

Quadro 6 - Ângulo hue (h) de farinha de acerola ‘Flor Branca’ desidratada com ou sem semente no estágio de maturação maduro. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Farinha com semente						
Tempo de armazenamento (dias)						
Temperatura (°C)	0	15	30	45	60	75
60	67,3 ^{bA*}	66,5 ^{bAB}	65,9 ^{bBC}	65,4 ^{bCD}	64,3 ^{bDE}	63,9 ^{bE}
70	68,5 ^{aA}	68,3 ^{aA}	67,6 ^{aAB}	68,0 ^{aAB}	66,7 ^{aC}	66,8 ^{aBC}
80	68,1 ^{abA} B	68,5 ^{aA}	68,2 ^{aAB}	67,0 ^{aCD}	67,3 ^{aBC}	66,1 ^{aD}
Farinha sem semente						
Tempo de armazenamento (dias)						
Temperatura (°C)	0	15	30	45	60	75
60	64,8 ^{aAB}	65,3 ^{abA}	65,9 ^{aA}	62,5 ^{bBC}	62,5 ^{bBC}	61,0 ^{bC}
70	65,1 ^{aA}	66,2 ^{aA}	66,3 ^{aA}	67,2 ^{aA}	66,8 ^{aA}	64,2 ^{aA}
80	63,7 ^{aA}	63,6 ^{bA}	64,5 ^{aA}	63,5 ^{bA}	62,9 ^{bA}	64,2 ^{aA}

Desenvolvimento de fruta laminada a partir de coproduto do processamento de purê de pêsego

Nátali Silva Teixeira¹, Sergio Macedo Pontes², Renata Torrezan², Regina Isabel Nogueira², Daniela De Grandi Castro Freitas-Sá², Ana Cristina Richter Krolow³ & Virgínia Martins da Matta²

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rodovia BR 465, Km 07, s/n - Seropédica - RJ, 23890-000, Brasil, natalinutricao@gmail.com

² Embrapa Agroindústria de Alimentos, Avenida das Américas 29501, Rio de Janeiro - RJ, 23020-470, Brasil, daniela.freitas@embrapa.br

³ Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR 392, km 78, 9º Distrito, Monte Bonito -Pelotas - RS, 96010-971, Brasil, ana.krolow@embrapa.br

Resumo

No processamento do purê de pêsego, a fração residual do despulpamento contém compostos de interesse nutricional e o seu aproveitamento pode contribuir para a obtenção de novos produtos alimentícios, saudáveis e de baixo custo. O objetivo deste trabalho foi estudar o desenvolvimento de uma fruta laminada utilizando como matéria-prima o coproduto do processamento do purê de pêsego. A fração fibrosa, retida pela peneira durante o despulpamento do pêsego, foi a matéria-prima utilizada neste trabalho. Para obtenção da fruta laminada, três produtos com formulações de diferentes proporções de coproduto de pêsego e polpa de manga (F1: 70/30, F2: 60/40 e F3: 50/50), adicionados de polpa de manga, açúcar e pectina, foram avaliadas. A mistura foi homogeneizada em um desintegrador de facas, e em seguida, concentrada lentamente à pressão atmosférica até 24,0 °Brix, moldada em uma bandeja e desidratada por convecção a 60 °C por 21 horas. Os produtos obtidos foram caracterizados quanto ao conteúdo de umidade e atividade de água e submetidos à análise sensorial para avaliação dos atributos aceitação global e textura utilizando escala hedônica de 1 a 9 pontos, com 62 consumidores. O produto F1, com 70% de coproduto de pêsego, apresentou o menor conteúdo de umidade e a atividade de água intermediária, 0,711. O produto F3, com a formulação 50/50 (coproduto de pêsego/polpa de manga), apresentou a menor atividade de água, 0,676, que contribuiu para sua estabilidade durante o armazenamento. Também foi o que obteve o maior percentual de aprovação sensorial (notas acima de 7,0) tanto para o atributo textura quanto para aceitação global, sendo, portanto, definida como a formulação mais adequada para a fruta laminada de manga e coproduto de pêsego.

Palavras-chave: *Prunus persica* L, manga, resíduo, secagem, aceitação sensorial.

Abstract

Development of fruit leather from co-product of the processing of peach puree.

In the processing of peach puree, the residual fraction of depulping contains compounds of nutritional interest and their use can contribute for obtaining new, healthy and low-cost food products. The objective of this work was to study the development of

fruit leather using as raw material the coproduct of the processing of peach puree. The fibrous fraction, retained by the sieve during the peach depulping, was the raw material used in this work. For obtaining the fruit leather, three samples with different proportions of peach coproduct and mango pulp (F1: 70/30, F2: 60/40, F3: 50/50), added of mango pulp, sugar and pectin, were evaluated. The mixture was standardized in a knife disintegrator and concentrated at low heat to 24.0 °Brix. Thus, it casted and dehydrates in a tray dryer at 60 ° C for 21 hours. The products obtained were characterized for soluble moisture and water activity and submitted to sensory analysis to evaluate the global and texture acceptance using a hedonic scale of 1 to 9 points, with 62 consumers. The sample with 70% of peach coproduct showed lower humidity and intermediate water activity, of 0.711, among the three products. The product F3 with formulation 50/50 (peach coproduct/mango pulp) showed the lowest water activity, 0.676, which contributes to the stability of the product during storage. Also, this was the formulation that obtained the highest percentage of sensory acceptance (scores above 7.0) for both texture and global acceptance attributes and, then, it was defined as the most suitable for the mango and peach coproduct fruit leather.

Keywords: *Prunus persica L.*, mango, waste, drying, sensory acceptance.

Introdução

O aproveitamento de coprodutos agroindustriais tem se tornado cada dia mais necessário para a sustentabilidade tanto econômica quanto ambiental das indústrias. Os coprodutos provenientes do processamento de frutas, em geral, são ricos em compostos potencialmente bioativos como carotenoides, antocianinas, fibras, entre outros (Viuda-Martos et al., 2015). As fibras alimentares encontradas nestes coprodutos possuem propriedades funcionais e fisiológicas e apresentam potencial para serem utilizadas como ingredientes na indústria de alimentos, podendo contribuir para a saúde dos consumidores (Ktari et al., 2014).

No processamento de polpas e purês de frutas, a fração residual do despolpamento também contém compostos de interesse nutricional. O seu aproveitamento pode gerar novos produtos alimentícios, saudáveis e de baixo custo, e reduzir o descarte de resíduos orgânicos da indústria.

Uma opção para aplicação deste tipo de coproduto é na elaboração de frutas laminadas. As frutas laminadas são obtidas por meio da secagem de polpas concentradas, podendo ser adicionado ou não de outros ingredientes. O produto final se assemelha a um couro ou uma folha flexível e por isso, em alguns países, é chamado de *fruit leather* (Valenzuela & Aguilera, 2015).

Este tipo de produto pode ser obtido a partir de diferentes frutas, incluindo maçã, damasco, uva, jaca, kiwi, laranja, mamão, pêssego, pera e várias outras frutas (Huang & Hsieh, 2005). Como o seu processamento inclui a remoção de parte da água, o tempo de vida útil é maior e pode ser armazenado sem a necessidade de refrigeração. Com a remoção de umidade, a desidratação também reduz a massa e o volume do produto, tornando o armazenamento e transporte mais eficientes (Kingsly et al., 2007). São, portanto, produtos de fácil consumo e rico nos nutrientes das frutas que são utilizadas como matérias-primas.

O pêssego (*Prunus persica L.* Batsch) é um fruto típico de regiões de clima temperado e teve a sua origem na China, onde se concentra a maior produção mundial

(FAO, 2013). No Brasil, o Rio Grande do Sul é o maior produtor, com mais de 160 mil toneladas, numa área de 18,5 mil hectares (Emater, 2014). Além de saboroso e de aparência agradável, o pêssego contém carotenoides, vitamina C e fibras (Gil et al., 2002) e é destinado ao consumo *in natura* e processado, em forma de compotas, geleias, sucos e frutas desidratadas, possibilitando o seu consumo em outras regiões (Raseira & Quesada, 2000).

Durante a extração da polpa de pêssego é gerado um coproduto, a fração retida na despulpadeira, que é, em geral, descartado para o meio ambiente. Por outro lado, estudos têm mostrado que, assim como a parte comestível, a casca do pêssego também contém quantidades consideráveis de compostos fenólicos, carotenoides e vitamina C, apresentando propriedades antioxidantes (Liu et al., 2015; Saidani et al., 2017).

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma das frutas mais apreciadas e consumidas no Brasil em função das suas características de sabor e aroma. É bastante utilizada como matéria-prima para vários produtos, o que faz com que seja uma das frutas tropicais de maior expressão econômica tanto no mercado interno quanto externo. Além do seu consumo *in natura*, diferentes produtos são obtidos como polpa congelada, fruta em calda, desidratados, sucos, purês, picles, *chutney*, geleia, entre outros (Ravani & Joshi, 2013).

Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um produto à base do coproduto do processamento do purê de pêssego e da polpa de manga visando à obtenção de um laminado de boa aceitação sensorial.

Material e Métodos

Matérias-primas

Foram utilizados polpa congelada de manga (Ice Fruit, Brasil), adquirida no comércio local da cidade do Rio de Janeiro-RJ (Brasil), e o coproduto do processamento do purê de pêssego (*Prunus persica* L.). Para a obtenção do coproduto, os pêssegos foram lavados e submetidos ao branqueamento para facilitar a retirada da casca. Em seguida, os pêssegos foram desintegrados e despulpados em despulpadeira horizontal de escovas (Itametal, Brasil), com peneira de 0,6 mm. A fração fibrosa, retida pela peneira, foi a matéria-prima utilizada neste trabalho.

Os insumos utilizados foram açúcar refinado comercial e pectina de baixo teor de metoxilação (LM 102 – AS, CP Kelco).

Desenvolvimento da fruta laminada

O desenvolvimento do produto foi realizado na Embrapa Agroindústria de Alimentos (Rio de Janeiro-RJ, Brasil). Em testes preliminares, foram testadas diferentes proporções dos ingredientes, grau de concentração e tempo de secagem, estabelecendo-se as condições de processo.

Para a definição da formulação final do produto, foram avaliadas as proporções de coproduto de pêssego e polpa de manga de 70/30 (F1), 60/40 (F2) e 50/50 (F3), mantendo-se a relação entre a mistura de frutas (95%), açúcar (4%) e pectina (1%).

O processamento incluiu, inicialmente, as etapas de mistura e homogeneização das matérias-primas em liquidificador industrial e concentração lenta até 24 °Brix. Em seguida, o concentrado foi moldado em bandejas de aço inox e levado para desidratação em secador de bandejas a 60 °C (Nogueira et al. 2015), por 21 horas.

Análises químicas

As matérias-primas foram caracterizadas quanto ao pH, sólidos solúveis e acidez (AOAC, 2005) e os produtos obtidos foram analisados para determinação da umidade (AOAC, 2005) e atividade de água, medida no equipamento Aqualab.

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada para a avaliação da aceitação global e aceitação do atributo textura, segundo método descrito por Meilgaard et al.(1991). A aceitação de 62 consumidores foi avaliada por meio de escala hedônica estruturada, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo). A apresentação das amostras foi monádica, em pires de louça branca codificados com números de três dígitos, sendo servidas sob iluminação branca nas cabines no Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental (LASI). Os dados foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) e as médias foram comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. A análise de Agrupamento Aglomerativa Hierárquica (CAH) foi aplicada no conjunto de dados para segmentação dos consumidores em clusters de similaridades. O método de agregação de Ward e dissimilaridade de distância euclidiana foram utilizados. O tratamento dos dados foi realizado no software estatístico XLSTAT 6.

Resultados e Discussão

As características das matérias-primas estão apresentadas no quadro 1, onde se pode observar a maior acidez e, conseqüentemente, o menor pH do coproduto do pêssego, o que é importante tanto para o equilíbrio doce-ácido no sabor, quanto para a preservação do produto final. A atividade de água e a umidade dos produtos obtidos com cada formulação encontram-se no quadro 2. Os teores de umidade encontram-se na mesma faixa de valores determinados por outros autores. No estudo feito por Huang & Hsieh (2005), avaliando as propriedades físicas de fruta laminada à base de pera, a umidade variou de 6,42% a 13,47%.

O produto obtido com a formulação 1, com 70% de coproduto de pêssego, apresentou menor umidade, porém atividade de água de 0,711, um valor intermediário entre os três produtos, enquanto que o produto F3 (50:50) apresentou menor atividade de água e umidade intermediária, provavelmente devido à maior proporção de polpa de manga (50%). Alimentos com maior quantidade de açúcar ou com açúcar adicionado têm a sua atividade de água reduzida (Franco & Landgraf, 2005) e é importante ressaltar a importância de conseguir obter produtos com valores baixos de umidade e atividade de água a fim de se atingir um maior tempo de vida útil, devido à inibição do crescimento microbiano.

A análise de agrupamento CAH foi realizada sobre as respostas de aceitação de cada consumidor. A segmentação dos consumidores é baseada no agrupamento das notas dadas individualmente, obtendo-se distintos segmentos ou grupos de consumidores que atribuíram notas similares. Assim, foram obtidos dois segmentos principais de consumidores, com diferentes comportamentos quanto à aceitação das formulações. As médias de aceitação obtidas em cada um destes segmentos (quadro 3) demonstraram uma preferência pelas formulações F3 e F2 (notas 6,6 e 6,4, respectivamente) em detrimento da formulação F1, no maior grupo de consumidores (composto por 45 indivíduos, N=45), apresentando diferença significativa entre as médias. O segundo grupo de consumidores (composto por 17 indivíduos, N=17) rejeitou todas as formulações desenvolvidas. Pôde-se

observar também que o aumento da proporção de coproduto de pêsego causou a diminuição das médias de aceitação das amostras, sendo que, para ambos os grupos de consumidores, uma proporção de 70% causou a rejeição da textura do produto.

Na fig. 1 estão os resultados do percentual de provadores que atribuíram notas de aceitação entre 7,0 (gostei moderadamente) e 9,0 (gostei muitíssimo) para cada produto. A formulação F3 obteve o maior percentual de aprovação sensorial (notas acima de 7,0) tanto para o atributo textura quanto para aceitação global, sendo, portanto, definida como a mais adequada para a fruta laminada de coproduto de pêsego e manga. Resultados similares foram obtidos por Paul (2011), cujo estudo da composição nutricional e avaliação sensorial da fruta laminada de manga possibilitaram a obtenção de um produto com boa aceitação de todas as formulações, além de apresentarem tempo de vida útil de até 60 dias, sem crescimento microbiano.

Conclusões

O desenvolvimento da fruta laminada de manga e coproduto de pêsego mostrou o potencial de aproveitamento deste coproduto do processamento do purê de pêsego. As frutas laminadas desenvolvidas apresentaram valores de umidade e atividade de água compatíveis com produtos desidratados. A formulação do produto com proporções iguais de manga e coproduto de pêsego (50:50) apresentou a menor atividade de água dentre os produtos e boa aceitação sensorial pelos consumidores, sendo então a formulação selecionada para a elaboração da fruta laminada.

Referências

- AOAC. Official Methods of Analysis. 2005. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemist.
- Emater. 2014. Quinzena do pêsego tem início em Pelotas. Pelotas. Disponível em: www.emater.tche.br/site/noticias/detalhe-noticia.php?id=20480. Acesso em: 02 set. 2017.
- Food And Agriculture Organization Of The United Nations. 2013. Base de dados estatísticos – Faostat Agriculture. Disponível em: www.fao.org/brasil/pt/. Acesso em 02 set. 2017.
- Franco, B.D.G.M. & Landgraf, M. 2005. Microbiologia dos alimentos. Atheneu, São Paulo.
- Gil, M.I; Tomás-Barberán, F.A.; Hess-Pierce, B. & Kader, A.A. 2002. Antioxidant Capacities, Phenolic Compounds, Carotenoids and Vitamin C Contents of Nectarines, Peach and Plum Cultivars from Califórnia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:4976-4982.
- Huang, X. & Hsieh, F. 2005. Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. *Journal of Food Science* 70:177-186.
- Ktari, N., Smaoui, S., Trabelsi, I., Nasri, M. & Ben Salah, R. 2014. Chemical composition: techno-functional and sensory properties and effects of three dietary fibers on the quality characteristics of Tunisian beef sausage. *Meat Sci.* 96:521–525.
- Kingsly, R.P., Goyal, R.K., Manikantan, M.R. & Ilya, S.M. 2007. Effects of pretreatments and drying air temperature on drying behaviour of peach slice. *International Journal of Food Science and Technology* 42:65-69.

- Liu, H. Cao, J. & Jiang, W. 2015. Evaluation and comparison of vitamin C, phenolic compounds, antioxidant properties and metal chelating activity of pulp and peel from selected peach cultivars. *LWT - Food Science and Technology* 63: 1042-1048.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. & Carr, B.T. 1991. *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton: CRC Press 2:354.
- Nogueira, R.I., Cornejo, F.E.P. & Wilberg, V.C. 2015. Manual para Construção de um Desidratador de Produtos Agroindustriais. Documentos / Embrapa Agroindústria de Alimentos 24p.
- Paul, S.C. Comparative study of mango leather. 2011. 60f. Dissertação (Mestrado em ciência e engenharia de alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos e Indústrias Rurais. Bangladesh Agricultural University Mymensingh. Mymensingh, 2011.
- Raseira, M.C.B. & Quezada, A.C. Pêssego. 2000. Produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de tecnologia.
- Ravani, A., & Joshi, D.C. 2013. Mango and its by product utilization a review. *Trends in Post-Harvest Technology* 1:55-67.
- Saidani, F., Giménez, R., Aubert, C., Chalot, G., Betrán, J.A. & Gogorcena, Y. 2017. Phenolic, sugar and acid profiles and the antioxidant composition in the peel and pulp of peach fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* 62:126–133.
- Valenzuela, C & Aguilera, J.M. 2015. Effects of maltodextrin on hygroscopicity and crispness of apple leathers. *Journal of Food Engineering* 144:1-4.
- Viuda-Martos, M., Barber, X., Pérez-Álvarez, J.A. & Fernández-López, J. 2015. Assessment of chemical, physico-chemical, techno-functional and antioxidant properties of fig (*Ficus carica* L.) powder co-products. *Industrial Crops and Products* 69:472-479.

Quadro 1 - Características físico-químicas das matérias-primas

Formulações	Polpa de manga	Coproducto de pêssego
Sólidos solúveis (°Brix)	12,2	12,1
pH	4,55	3,77
Acidez (g/100g)	0,35	0,76

Quadro 2 - Umidade e atividade de água das formulações de fruta laminada.

Formulações (coproducto pêssego/manga)	Umidade (%)	Atividade de água
F1 (70/30)	12,58	0,711
F2 (60/40)	18,68	0,715
F3 (50/50)	17,80	0,676

Quadro 3 - Médias de aceitação das formulações de fruta laminada após segmentação dos consumidores.

Formulações (coproduto pêsego/manga)	Segmento 1 (N=45)		Segmento 2 (N=17)	
	Aceitação Global	Textura	Aceitação Global	Textura
F3 (50/50)	6,6 ^a	6,6 ^a	3,0 ^a	5,5 ^a
F2 (60/40)	6,4 ^a	6,5 ^a	2,7 ^{ab}	4,2 ^{ab}
F1 (70/30)	5,3 ^b	4,2 ^b	2,1 ^b	3,2 ^b

Notas médias obtidas em escala hedônica variando de 1 – gostei extremamente a 9 – gostei extremamente; letras diferentes na mesma coluna indicam significância no nível de 5% pelo teste de Tukey

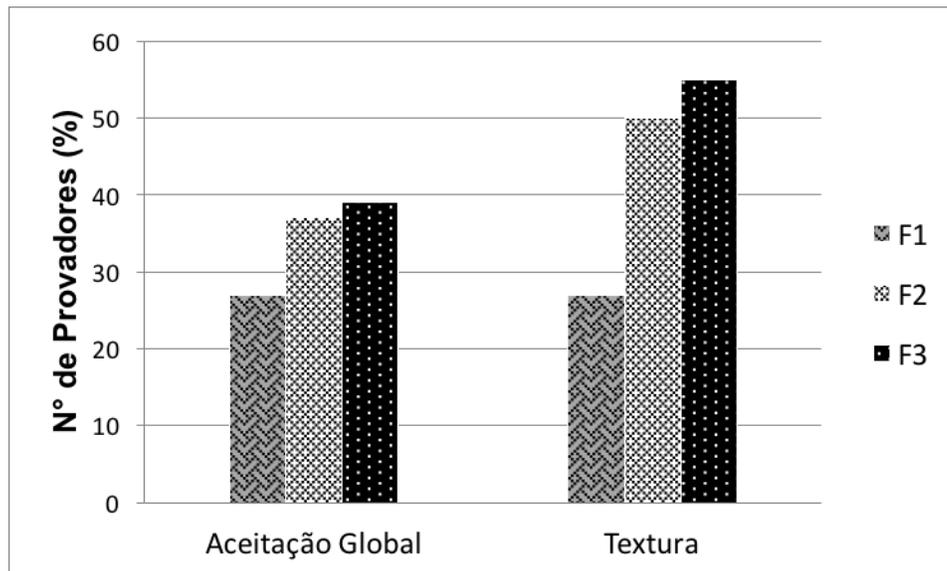


Figura 1 - Percentagem de provadores que atribuíram notas de aprovação para aceitação global e textura das três formulações de fruta laminada. Proporção coproduto pêsego/manga: F1 – 70/30, F2 – 60/40, F3 – 50/50. Notas de aprovação atribuídas variando de 7,0 (gostei moderadamente) a 9,0 (gostei muitíssimo).

Elaboração de couro de fruta a partir de polpa de manga

Luciana Santos Rodrigues Costa Pinto¹, Wanêssa Pacheco², Deborah Santesso Bonnas¹; Vanessa Cristina Caron¹ & Letícia Vieira Castejon¹

¹Grupo de Estudos, Pesquisa e Produção em Fruticultura, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro Campus Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. lucianas@iftm.edu.br

²Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro Campus Uberlândia. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

Resumo

O Brasil é um país que produz grandes quantidades de manga, sendo destinada quase totalmente ao consumo *in natura*. A alta produção e aceitação da fruta justificam a busca de processamento alternativo para o seu maior aproveitamento. O couro de manga é formado a partir da secagem da polpa de fruta seguida por embalo e o seu consumo como *snack*. Esses tabletes são comuns em alguns países asiáticos mas, praticamente, desconhecidos no Brasil. Entre as vantagens do seu consumo destacam-se a praticidade e suas características de produto natural sem uso de aditivos químicos. Objetivou-se elaborar e avaliar as características físico-químicas do couro de manga bem como sua aceitação pelos consumidores. Foram realizadas análises sensoriais e físico-químicas de pH, sólidos solúveis totais, umidade, cinzas, pectina, glicídios e fibras da polpa de manga e do produto elaborado. Para as análises físico-químicas foi encontrada diferença significativa entre a polpa de fruta e o couro de manga para a maioria dos parâmetros avaliados, exceto porcentagem de pectina. O couro de manga apresentou 3,58% de fibras em comparação a 0,8% da polpa. As análises sensoriais foram realizadas inicialmente por meio de teste afetivo, com provadores não-treinados que avaliaram os atributos cor, cheiro, brilho, textura, espessura, sabor e doçura de acordo com escala hedônica crescente de cinco pontos. Para os parâmetros avaliados de cheiro, textura, espessura e sabor o produto recebeu notas médias entre não gostei nem desgostei (3) e gostei (4). As melhores foram para os parâmetros cor, brilho e doçura que receberam notas entre gostei (4) e gostei extremamente (5). O produto elaborado foi ainda submetido a teste de intenção de compra sendo que acima de 50% do provadores informaram que provavelmente ou certamente comprariam. Conclui-se que o couro de manga pode ser usado como fonte de fibras apresentando boa aceitabilidade pelos consumidores.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., *snack* de manga, composição química, análise sensorial.

Abstract

Elaboration of fruit leather from mango pulp.

Brazil is a country that produces large quantities of mango, and it is almost entirely destined to *in natura* consumption. The high production and acceptance of the fruit justify the search for alternative processing for its greater use. The "leather" of mango is made by

drying the fruit pulp followed by its packing and its consumption as a snack. These tablets are common in some Asian countries but, practically, unknown in Brazil. Among the advantages of its consumption, it can be highlighted the practicality and its characteristics as a natural product without the use of chemical additives. The objective was to elaborate and evaluate the physical-chemical characteristics of mango leather as well as its acceptance by consumers. Sensorial and physico-chemical analyzes of pH, total soluble solids, moisture, ashes, pectin, glycans and fibers of the mango pulp and the elaborated product were carried out. For the physico-chemical analysis, a significant difference was found between fruit pulp and mango leather for the majority of evaluated parameters, except for pectin percentage. Mango leather presented 3.58% fibers compared to 0.8% pulp. Sensory analyzes were initially performed by means of an affective test, with untrained tasters who evaluated the color, smell, brightness, texture, thickness, taste and sweetness attributes according to a five-point ascending hedonic scale. For the evaluated parameters of smell, texture, thickness and flavor the product received average marks between not liked nor disliked (3) and liked (4). The best averages were for the parameters color, brightness and sweetness, that received marks between liked (4) and liked extremely (5). The elaborated product was also submitted to the intention of purchase test, and more than 50% of the testers informed that they would probably or would certainly buy it. It can be concluded that mango leather can be used as a source of fibers with good acceptability by consumers.

Keywords: *Mangifera indica* L., mango snack, drying, chemical composition, sensory analysis.

Introdução

Poucos setores possuem uma representatividade econômica com tamanha importância como o agronegócio. Dentro dessa realidade, a mangicultura é uma das atividades agrícolas com forte participação no mercado nacional de frutas, sendo a nona colocada em termos de produção comercial e a terceira fruta em volume exportado (Instituto Brasileiro de Frutas - IBRAF, 2011).

No ano de 2014, a manga tornou-se a fruta número um do *ranking* das exportações nacionais em termos de receita (Sampaio et al., 2017). As possibilidades de ampliação do mercado internacional de fruteiras tropicais são bastante grandes, considerando-se que, a demanda de frutas no mundo é crescente, não só pelo aumento populacional, bem como pela mudança nos hábitos alimentares. O mercado de produtos naturais, frescos e saudáveis está em alta, estimulando o consumo de frutas. Alguns fatores como a propaganda e novas formas de consumo (em cubos, bebidas geladas, desidratados) estão alavancando a demanda pela manga e, nesse sentido, o desenvolvimento de novos processos e produtos vem sendo ampliado e valorizado.

Em 2015, no último levantamento consolidado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) citado por Anuário Brasileiro da Fruticultura (2017), foram cultivados 64.305 hectares de manga no território nacional, com colheita de 976.815 toneladas e produtividade média de 15.190 quilos por hectare. Contudo, apesar de sua importância em termos de produção mundial e de área cultivada, a abundância de frutas frescas leva frequentemente a um excedente de produção.

Mesmo apreciadas por suas propriedades sensoriais e nutricionais, as mangas apresentam problemas especiais na manipulação pós-colheita, o que tem dificultado consideravelmente a sua comercialização, contribuindo desse modo, para o elevado índice de desperdício desses frutos. Ainda estão sendo realizadas pesquisas no sentido de serem identificados índices de maturidade que permitam aumentar sua vida pós-colheita sem comprometer a qualidade (Santos, 2003). Desse modo, parte da produção é empregada para o consumo direto na alimentação e outra parte é desperdiçada como resíduo ou descartada por seleção. Assim, mesmo estando adequados e seguros para o consumo, os frutos são descartados por não atenderem aos critérios de classificação e são rejeitados pelo consumidor.

A industrialização de frutas como a manga constitui-se na melhor opção para minimizar as pesadas perdas que ocorrem por ocasião das grandes safras, quando as frutas alcançam preços muito baixos no mercado da fruta fresca, possibilitando a agregação de valor e minimizando o volume de resíduos gerados pelo excedente de frutos (Carvalho et al., 2011; Cavalcanti, 2012). Há necessidade de diversificar os produtos industrializados obtidos do purê ou polpa, oferecendo produtos inovadores, convenientes e de maior valor agregado. Assim, consideráveis pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de produzir polpa de frutas reformuladas.

Segundo Ferreira & Pinto (2017), o desenvolvimento de estruturados de frutos é uma alternativa para o aproveitamento do potencial agroindustrial e nutricional deles, pois pode aumentar a vida pós-colheita sem comprometer a qualidade e ainda possibilitam a descoberta e a popularização dos sabores e benefícios à saúde dessa matéria-prima. O “couro” de manga pode ser considerado um exemplo da industrialização de matérias-primas de baixo custo, oriundas de frutas que se encontram fora de classificação para comercialização no mercado *in natura*, bem como de excedentes de produção durante o período de safra (Carvalho et al., 2011; Cavalcanti, 2012).

Diante do exposto e pela importância da manga no sistema produtivo de fruteiras, o presente trabalho tem por objetivo obter, a partir de polpa concentrada de manga, um estruturado, conhecido como “couro de fruta” (*fruit leather*) e avaliar as características físico-químicas e sensoriais tanto da polpa concentrada quanto do produto elaborado.

Material e Métodos

As mangas utilizadas para obtenção do “couro de fruta” são da cultivar Tommy Atkins. Os frutos foram lavados com esponja e água corrente e sanitizados com hipoclorito de sódio por imersão, a 200 mg.L⁻¹ de cloro ativo durante 15 minutos. Em seguida, foi realizado o descascamento e o despolpamento manual do fruto. A polpa obtida foi triturada no liquidificador e então peneirada para a retirada das fibras (fig. 1), tendo-se o cuidado de utilizar Boas Práticas de Fabricação (BPF).

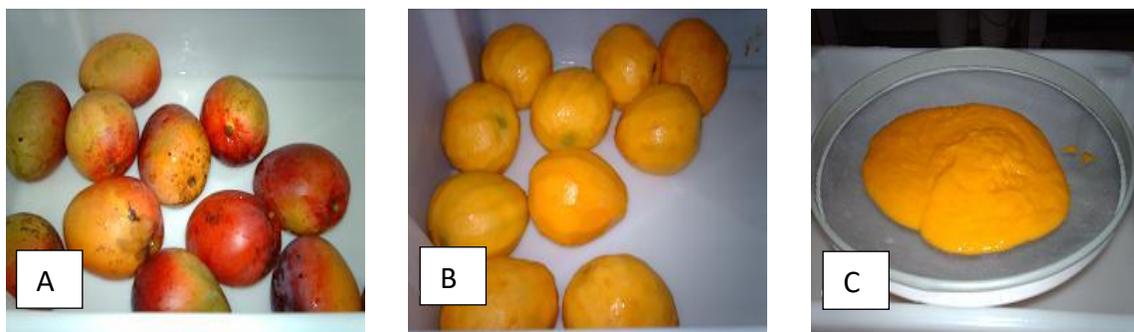


Figura 1 - Etapas do processamento da manga; A) Lavagem e sanitização, B) Descascamento e C) Obtenção da polpa.

Em seguida, a polpa peneirada foi acondicionada em embalagens plásticas, identificadas e mantidas sob congelamento até o momento de uso. A produção do couro de manga foi feita através de tecnologia simples, visando minimização de custos e estrutura, conforme descrito por Delong (1992). As polpas de manga foram descongeladas e mantidas sob refrigeração (5 °C). No momento do uso foram homogeneizadas. Em seguida a polpa foi vertida em forma de alumínio recoberta com filme PVC. A espessura da camada aplicada foi de 0,5 cm. O produto foi levado à secagem em forno industrial, com ventilação, à temperatura de 50 °C, por 2 horas e 30 minutos. Após o tempo, a polpa adquiriu o aspecto de um “gel” firme. A seguir, outra folha de filme PVC foi colocada sobre o produto, para permitir que o “couro” fosse virado, expondo a superfície que estava na parte inferior. O produto foi então levado novamente ao forno a uma temperatura de 60 °C por mais 45 minutos, para terminar a secagem. Após aproximadamente 3 a 4 horas a polpa adquiriu a consistência e o aspecto de “couro”, porém mastigável (Fig. 2).

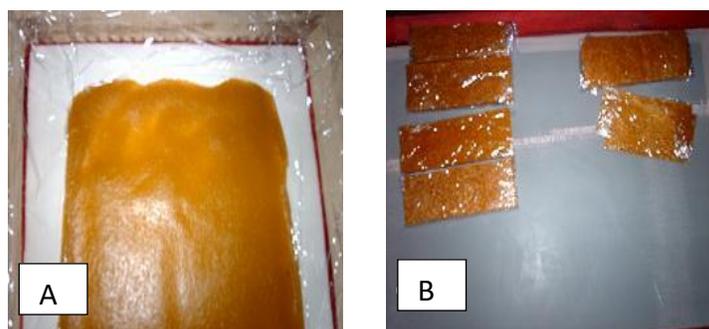


Figura 2 - Manga cv. Tommy Atkins, A) Polpa desidratada e B) “couro” de manga.

A polpa e o “couro” de manga foram caracterizados quanto ao pH, sólidos solúveis totais, umidade, cinzas, pectina, glicídios e fibras. As análises foram realizadas em triplicata com três repetições e seguiram as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985), que seguem a metodologia internacional editada pela “Association of Official Analytical Chemists - A.O.A.C.”. Foi realizado o Teste t para a comparação das análises dos parâmetros físico-químicos obtidos para a polpa de manga e o couro-de-manga, usando o programa BIO ESTAT (Ayres et al., 2007).

Para avaliação das características organolépticas do produto procedeu-se a avaliação sensorial. Foi realizado teste afetivo de escala hedônica com 30 avaliadores não treinados com idade entre 18 e 26 anos. Os provadores avaliaram o “couro” de manga quanto aos atributos de cor, cheiro, brilho, textura, espessura, sabor, doçura e quanto a avaliação global, de acordo com escala hedônica crescente de 5 pontos (Chaves & Sproesser, 1999). Na ficha de análise sensorial oferecida, constava um espaço no qual cada provador podia expressar, de forma livre, qualquer tipo de comentário das amostras provadas.

Paralelamente foi realizado um teste de atitude do consumidor em relação a intenção de compra. O teste foi desenvolvido com frequentadores de academias de ginástica de Uberlândia, MG. A opção pelo público das academias baseou-se no fato de que o público alvo poderia ser aquele mais preocupado com sua saúde e detentor de hábitos saudáveis como a prática de esportes. Os provadores receberam uma ficha e foram orientados a preenchê-la, avaliando o “couro de fruta”, de acordo com escala de atitude do consumidor (Ferreira, 2000). Foi realizada a análise descritiva dos dados calculando-se as porcentagens dos provadores por categoria de escala hedônica.

Resultados e Discussão

No presente trabalho, buscou-se a obtenção de um produto alimentício mais natural, ou seja, sem qualquer tipo de acidulante, corante, açúcar e outros, caracterizando um produto mais saudável e de tecnologia mais acessível sob o aspecto tecnológico e de baixo custo. Nesse sentido, a metodologia proposta por Delong (1992), para elaboração de “couro” de manga, mostrou-se eficiente pois permitiu um bom aproveitamento da fruta e com custo baixo. O rendimento do produto em relação ao fruto integral foi de 41,2% para a polpa de manga e de 5% para o “couro” de manga.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: valores de pH, sólidos solúveis totais (SST), umidade, cinzas, pectina, glicídios e fibra. O quadro 1 reúne os resultados obtidos para esses parâmetros realizados na polpa e no “couro” de manga. Observa-se que existe diferença significativa (P -valor $< 0,05$) entre a polpa de manga e o produto “couro” de manga para as variáveis umidade, cinzas, pH, sólidos solúveis totais, fibra e glicídios. Não houve diferença significativa nos teores de pectina entre a polpa e o produto. Assim, à exceção da pectina, todos os demais valores do “couro” de manga mostram-se maiores quando comparados com os da polpa. Tal fato é consequência do processo de secagem, que promove a diminuição da umidade, concentrando os nutrientes presentes na polpa.

Os resultados obtidos para as análises de umidade, cinzas, sólidos solúveis totais e fibra da polpa de manga foram comparados aos da tabela TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, 2011), e mostraram semelhanças para os quesitos umidade (86,5%), fibras (1,1%) e cinzas (0,4%). Os resultados obtidos para umidade da polpa estão de acordo com dados relatados por Franco (2002). Valor semelhante foi também encontrado por Marques et al (2010) que, trabalhando com a cultivar Tommy obtiveram valores de 82,11% para o parâmetro umidade. O “couro” de manga por se tratar de um produto obtido por processo de secagem simples, objetivando a concentração da polpa da forma mais natural possível, sem a adição de hidrocolóides ou outros aditivos químicos, mostra-se promissor, porém há carência de informações, na literatura disponível para a comparação dos dados.

O valor de glicídios (39,94%) e pectina (0,57%) foi igual ao obtido por Marques et al. (2010). Na análise de pH, o valor obtido foi de 4,17 e 4,76 para a polpa de manga e o “couro” respectivamente e de 15,11 °Brix para a polpa e 88,62 °Brix para o “couro” de manga. Grizotto et al. (2005) encontraram valores semelhantes para a polpa de manga, obtendo um valor de pH de 3,69 e 14 °Brix. Os mesmos autores encontraram valores médios de sólidos solúveis de 53 °Brix e valores médios de 3,7 para o pH de estruturados de manga contendo diferentes formulações de hidrocoloides.

Caneppele et al. (2001), em estudos com bananas, observaram que o conteúdo de fibras é maior nas frutas secas que nas amostras *in natura*. Da mesma forma, Kutos et al. (2003), analisando o conteúdo de fibras dietéticas de feijões desidratados em relação aos feijões processados, encontraram um aumento significativo de teor de fibras totais nos feijões após o processo de desidratação. Oliveira et al. (2012) trabalhando com estruturados de polpa de abacaxi encontraram em relação ao teor de fibras totais valores que variaram de 3,75% a 3,81%, em três formulações testadas. Os resultados aqui obtidos para o teor de fibras no “couro” de manga (3,51%) assemelham-se aos obtidos por Oliveira et al. (2012) e mostra diferença estatística a 5% de probabilidade quando comparado à polpa de manga (0,8%). Segundo a Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998, que aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar, “couro” de manga pode ser classificados como alimentos fonte de fibras, pois apresentam valores superiores ao mínimo de 3 g de fibras por 100 g de alimentos sólidos exigido pela legislação para alimentos incluídos nessa categoria.

Os resultados da avaliação sensorial de escala hedônica, para cada atributo do “couro” de manga, estão expressos na Figura 3. Para todos os atributos avaliados foram atribuídas notas médias entre 3 (não gostei nem desgostei) e 4 (gostei). Quanto aos atributos textura (3,4) e espessura (3,4) alguns consumidores sugeriram que o mesmo deveria ser mais espesso. Tal observação pode ser explicada uma vez que o produto tem esse nome “couro de fruta”, por se tratar de um produto de confeitaria resultante da superposição de lâminas de purê de frutas desidratadas, de textura coriácea largamente consumida na Índia (Grizotto et al. 2006), possuindo uma textura firme e espessura fina, porém o produto ainda é pouco conhecido no Brasil e pode ter sido associado a barra de frutas ou outro tipo de produto estruturado. **Os provadores disseram também no momento da avaliação** que quase não consumiam barras de cereais ou frutas desidratadas.

O parâmetro sabor apresentou a maior nota média (3,9) indicando um resultado satisfatório no qual se pode mostrar que um alimento totalmente natural, sem nenhum tipo de conservante ou açúcar pode e deve ser saboroso e aceito. Como o “couro” de manga não possui qualquer tipo de acidulante, corante e açúcar, apresenta a doçura da própria fruta. O produto apresentou índice de aceitabilidade de 70% classificando o produto como de boa repercussão (Dutcosky, 2013).

Quanto à intenção de compra do produto “couro” de manga, os resultados também foram promissores, principalmente por se tratar de um produto novo e prático (fig. 4). Os resultados mostraram que 20% dos avaliadores certamente comprariam o produto e 36,7% dos avaliados provavelmente comprariam, pelo fato de ser um produto benéfico à saúde, sem adição de nenhum conservante e açúcar, totalmente natural. Apesar de serem pessoas que praticam exercícios físicos e de se preocuparem com a saúde, 13,3% dos avaliados provavelmente não comprariam e 6,7% dos avaliados certamente não comprariam. No momento da avaliação alguns informaram que **não** consomem barra de cereais ou frutas

desidratadas ou até mesmo não gostam de manga. Enfim, 23,3% dos avaliados postaram-se indiferentes (talvez compraria, talvez não compraria). Esses resultados indicam uma possibilidade de aceitação do produto pelos consumidores, uma vez que neste teste os atributos cor e sabor foram preponderantes na escolha.

Conclusão

O método utilizado para a elaboração do “couro” de manga mostrou-se adequado, pois permitiu um bom aproveitamento da fruta e com custo baixo, indicando que o processo foi eficiente para manutenção da qualidade nutricional do produto. O couro torna-se conveniente, pois pode ser consumido fora do período de safra, podendo ser levado no bolso ou na bolsa, agrega valor ao fruto além de tornarem-se atraentes pelas propriedades nutricionais e sensoriais conferidas pela manga, é enriquecido em fibras e mais natural sem qualquer tipo de acidulante, corante, açúcar e outros. Considerando-se o paladar do consumidor, o produto obteve um índice de aceitabilidade e a característica que mais o influenciou foi a cor e o sabor, enquanto a textura e a espessura representaram os atributos de menor influência sobre a escolha. Estudos de vida de prateleira do produto são necessários para estimar sua viabilidade de comercialização e a manutenção de suas características organolépticas.

Referências

- Anuário Brasileiro da Fruticultura 2017. Brazilian Fruit Yearbook. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. 88p.
- Ayres M., Ayres J.R.M., Ayres D.L. & Santos A.S. 2007. BioEstat 5.0 - Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas: Sociedade Civil Mamirauá, Belém. CNPq, Brasília. 290p.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998. Ingestão diária recomendada para proteínas, vitaminas e minerais. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/33_98.htm.
- Caneppele, C. et al. 2001. Avaliação da eficiência de secagem em secadores de frutas por convecção natural. Revista Brasileira de Armazenamento 26(1):46-52.
- Carvalho, A.V., Mattietto, R.A., Assis, G.T. & Lourenço, L. 2011. Avaliação do efeito da combinação de pectina, gelatina e alginato de sódio sobre as características de gel de fruta estruturada a partir de mix de polpa de cajá e mamão, por meio da metodologia de superfície de resposta. Acta Amazonica 41(2):267-274.
- Cavalcanti, D.T.B. 2012. Desenvolvimento de fruta estruturada simples e mista com ciriguela e acerola. Pernambuco, Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Chaves, J.B.P. & Sproesser, L.R. 1999. Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas. Viçosa: UFV, p.54-57.
- Delong, D. 1992. How to dry foods. HPBooks. Los Angeles: California. 160p.
- Dutcosky, S.D. 2013 Análise Sensorial de Alimentos. 4. ed. Champagnat, Curitiba.
- Ferreira, L. & Pinto, L.S.R.C. 2017. Estruturados de cajá-manga (*Spondias dulcis*) com diferentes hidrocoloides. Enciclopédia Biosfera 14(25):32-41.
- Ferreira, V.L.P. et al. 2000. Análise Sensorial: Testes discriminativos e adjetivos. Campinas, SP: SBCTA. p.127. (Manual: Série Qualidade).
- Franco, G. 2002. Tabela de composição química dos alimentos. 9 ed. São Paulo: Atheneu,

307p.

- Grizotto, R.K., Berbari, S.A.G., Moura, S.C.S.R. & Claus, M.L. 2006. Estudo da vida-de-prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 26(3):709-714.
- Grizotto, R.K., Bruns, R.E., Aguirre, J.M & Batista, G. 2005. Otimização via Metodologia de Superfície de Respostas dos parâmetros tecnológicos para produção de fruta estruturada e desidratada a partir de polpa concentrada de mamão. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 25(1):158-164.
- Instituto Adolfo Lutz (Brasil). 2008. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. IV São Paulo: IAL, 2008. 1020 p. 1ª edição digital. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=0&func=select&orderby=3>.
- Instituto Brasileiro de Frutas - IBRAF. 2011. Estatísticas. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>.
- Kutos, T. et al. 2003. Dietary fiber content of dry and processed beans. *Food Chemistry* 80(3):231-235.
- Marques, A., Chicaybam, G., Araujo, M.T., Manhães, L.R.T. & Sabaasur, A.U.O. 2010. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32(4):1206-1210.
- Oliveira, J.A.R., Carvalho, A.V., Martins, L.H.S. & Moreira, D.K.T. 2012. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de estruturados de polpa concentrada de abacaxi. *Alimentos e Nutrição* 23(1):23-31.
- Sampaio, B.E.O., Cassundé, F.R. de S.A. & Junior, N.F.C. 2017. Mangicultura e vale das frutas: quais as contribuições científicas da engenharia de produção?. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente* 10:9-32.
- Santos, C.N.P. dos. 2003. Elaboração de um estruturado de polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv Tommy Atkins) parcialmente desidratada por osmose. Campinas, 2003, Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO. 2011. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. 4ª ed, 161p.

Quadro 1 - Valores médios de umidade, cinzas, sólidos solúveis totais (SST), pH, pectina, fibra e glicídios, obtidas das análises na polpa de manga e no produto (“couro” de manga).

Variáveis	Polpa	Produto	P-valor
Umidade (%)	84,88	11,37	0,0001*
Cinzas (%)	0,48	0,82	0,0001*
pH	4,17	4,76	0,0001*
Sólidos Solúveis (°Brix)	15,11	88,62	0,0001*
Pectina (%)	0,57	0,84	0,3290 ^{ns}
Fibra (%)	0,80	3,51	0,0001*
Glicídios (%)	39,94	66,11	0,0001*

* Significativo pelo teste t; ^{ns} não significativo.

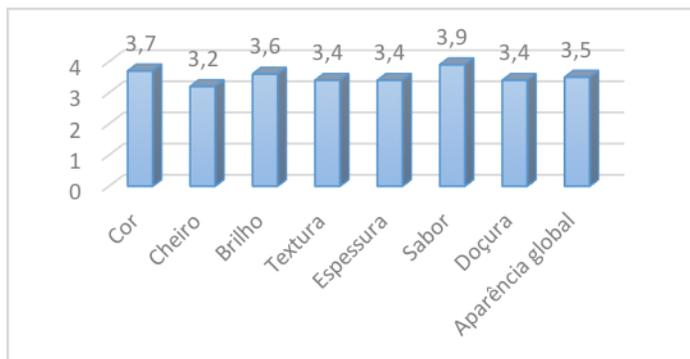


Figura 3 - Avaliação Sensorial do “couro de manga”.

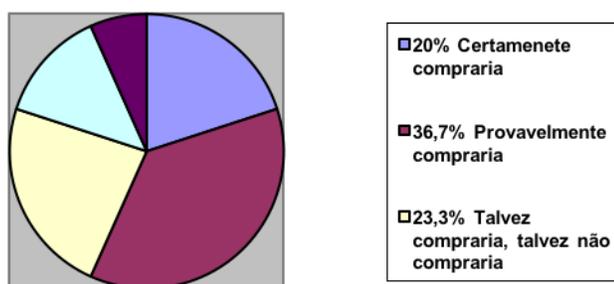


Figura 4 - Teste afetivo de aceitabilidade e atitude de consumidores para o “couro” de manga.

Qualidade de mamão ‘Golden’ minimamente processado recoberto com fécula de inhame, mucilagem de chia e óleo essencial de laranja doce

Mariany Cruz Alves da Silva, Vanda Maria de Aquino Figueiredo, Ricardo Sousa Nascimento, Renato Pereira Lima, Tatiana Leite Bulhões, Eduardo Felipe da Silva Santos, Ana Lima Dantas & Silvanda de Melo Silva

Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, Departamento de Química e Física, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, *Campus II*, Rodovia PB-079, Areia, Paraíba, Brasil, marianacruz@yahoo.com.br

Resumo

Recobrimentos comestíveis à base de fécula de inhame (F), combinada ou não com mucilagem de chia (M) e óleo essencial de laranja doce (O), foram aplicados em mamão ‘Golden’ minimamente processado em fatias e armazenadas por 12 dias a 5 °C. As fatias de mamão minimamente processadas foram imersas em soluções filmogênicas de 4% F, 2%F+2%M+0,025%O, 1%F+3%M+0,025%O e 1%F+3%M e comparados a MMP sem recobrimento (C) embalados em bandeja de politereftalato de etileno (PET) envolvidas com filme cloreto de polivinila (PVC) armazenadas a 5 °C por 12 dias. Avaliaram-se perda de massa, pH, firmeza, sólidos solúveis - SS, acidez titulável - AT, relação SS/AT e permeabilidade de membrana a cada dois dias e, a cada quatro dias, foi avaliada a qualidade sensorial. O experimento foi realizado em DIC, em quatro repetições. Fatias recobertas com 2F2MO se destacaram como únicas a manter a qualidade sensorial similar a do período inicial até o final do armazenamento. Fatias sob 4F apresentaram maior firmeza e menores perda de massa e acúmulo de SS, como prováveis respostas a maior espessura e menor permeabilidade da película dessa formulação. A maior proporção de mucilagem em relação à fécula desfavoreceu as fatias 1F3MO e 1F3M quanto à perda de massa e aceitação sensorial, após oito dias de armazenamento. A partir do quarto dia, fatias C apresentaram mau desempenho quanto à aceitação sensorial pela maior aspecto desidratado, pobre aparência e menor intenção de compra. Assim, o recobrimento com proporções equilibradas de fécula de inhame e mucilagem de chia, adicionadas de óleo essencial de laranja doce (2F2MO) promoveu a manutenção da qualidade e melhor aceitação de fatias de mamão ‘Golden’ e ampliação em oito dias da vida pós-corte das fatias em relação ao controle.

Palavras-chave: recobrimentos biodegradáveis, *Dioscorea* spp., *Salvia hispanica*, *Citrus aurantium* L., *Carica papaya*.

Abstract

Quality of minimally processed 'Golden' papaya coated with yam starch, chia mucilage, and sweet orange essential oil

Edible coatings based on yam starch (S), chia seed mucilage (M) and essential oil of sweet orange (O) were applied in fresh-cut 'Golden' papaya and stored for 12 days at 5 °C. The minimally processed papaya slices were immersed in film-forming solutions of 4% S,

2%S+2%M+0,025%O, 1%S+3%M+0,025%O, and 1%S+3%M and then compared to uncoated slices (C) packed in polyethylene terephthalate (PET) tray wrapped with polyvinyl chloride (PVC) film stored at 5 °C for 12 days. Loss of mass, pH, firmness, soluble solids - SS, titratable acidity - TA, SS / TA ratio and membrane permeability were evaluated every two days and, every 4 days, the sensorial quality was evaluated. The experiment was carried out in a completely randomized design, in four replications. Slices coated with 2S2MO stood out as the only ones to maintain the sensorial quality similar to the initial period until the end of storage. Slices under 4S showed greater firmness and lower mass loss and accumulation of SS, as probable responses to the greater thickness and lower permeability of the film of this formulation. The higher proportion of mucilage in relation to the starch disadvantaged the slices 1S3MO and 1S3M for mass loss and sensory acceptance, after eighth days of storage. From the fourth day on, C slices presented poor performance regarding sensorial acceptance due to the greater dehydrated appearance, poor appearance and less intention to buy. Thus, the coating with balanced proportions of yam starch and mucilage of chia, added with sweet orange essential oil (2S2MO) promoted the maintenance of quality and better acceptance of 'Golden' papaya slices, extending in eighth days the shelf life as related to the control.

Keywords: biodegradable coatings, *Dioscorea* spp., *Salvia hispanica*, *Citrus aurantium* L., *Carica papaya*.

Introdução

O mamão (*Carica papaya* L.) é um fruto tropical de grande relevância e apreciação dada às suas propriedades nutricionais e sensoriais, no entanto, o consumo fresco deste fruto oferece limitações como os inconvenientes para remoção de casca e sementes e a necessidade de embalagem adequada para armazenamento e consumo, circunstâncias que oportunizam a obtenção de fatias do fruto minimamente processadas (Trigo et al., 2012; Chien et al., 2013; Cortez-Vega et al., 2014; Kuwar, et al., 2015; Udomkun et al., 2015). Entretanto, frutos altamente perecíveis, como o mamão, são expostos a muitos estresses resultantes das operações de processamento mínimo e tem vida útil pós-corte de, no máximo, dois dias, quando surgem alterações como amolecimento da polpa, desenvolvimento de odores desagradáveis e perda de água que inviabilizam o consumo (Chien et al., 2013). Nesse contexto, tem-se aplicado os recobrimentos comestíveis e biodegradáveis capazes de manter por mais tempo as características de qualidade das fatias recém-cortadas (Oriani et al., 2014; Shit e Shah, 2014; Wani et al., 2015).

O amido é um dos polissacarídeos com ampla utilização para elaboração de filmes comestíveis e muitas fontes são promissoras para sua extração, no entanto, alguns desses materiais ainda são subutilizados para tal fim, a exemplo do inhame (*Dioscorea* spp.) (Mali et al., 2010). Há também hidrocoloides com potencial para elaboração de recobrimentos comestíveis, como as mucilagens que são carboidratos complexos, com grande capacidade em reter água, formando coloides viscosos ou gelatinosos, a exemplo da que é obtida da semente de chia (*Salvia hispanica*), considerada como alimento funcional, rico em ácidos graxos poli-insaturados de alto teor de fibras e até elevada atividade antioxidante (Muñoz et al., 2012; Capitani et al., 2015).

Adicionalmente à tecnologia de recobrimentos comestíveis, tem-se estudado a adição de óleos essenciais (OE) para manter a qualidade e a segurança dos produtos

alimentares (Oriani et al., 2014). Assim como todos os OE, o de laranja doce (*Citrus aurantium* L.) tem propriedades bioativas que lhe confere potencial como conservante em alimentos (Suryawanshi, 2011).

Estudos envolvendo amido de inhame e mucilagem de chia na elaboração de recobrimentos comestíveis são escassos e incipientes, não havendo registros da combinação destes dois materiais, em relação aqueles outros materiais explorados a mais tempo, sugerindo novas possibilidades de exploração desses materiais.

O objetivo desse trabalho foi elaborar recobrimentos comestíveis a partir de amido de inhame, combinado ou não com mucilagem de chia e óleo essencial de laranja doce, para ser aplicado em mamão 'Golden' minimamente processado, como tecnologia inovadora de manutenção prolongada da qualidade físico-química e sensorial.

Material e Métodos

Mamões 'Golden' obtidos no estádio de maturação 1 (10% da cor da casca amarela) na empresa Frutas Doce Mel (Mamanguape – PB) foram levados ao Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita - LBTPC do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB) onde foram limpos com solução de hipoclorito de sódio a 100 mg.L^{-1} e mantidos a $24 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e $75 \pm 4\%$ U.R por 24 horas até atingirem estádio 3 de maturação (coloração amarela até 40% da casca). Inhames (*Dioscorea* spp.), uniformes quanto à maturação, foram adquiridos na Empresa Paraibana de Abastecimento – EMPASA (Campina Grande – PB), e sementes de chia integrais (Vitalin Integral – Vitalin Alimentos) adquiridas no comércio local de Areia – PB e em seguida ambos foram transportados LBTPC.

Após remoção das cascas e sementes, os frutos foram cortados longitudinalmente e em seguida transversalmente (fatias com espessura aproximada de 2 cm), em todos os frutos foram descartados aproximadamente 1 cm das extremidades apical e peduncular. Em seguida, as fatias foram imersas em solução de 25 mg.L^{-1} de hipoclorito de sódio para sanificação antes da aplicação dos recobrimentos.

Foram elaboradas quatro soluções de recobrimento, considerando concentração total de 4%, formuladas com: 4% de fécula de inhame – 4F; 2% de fécula combinado a 2% de mucilagem de chia (extraída da semente através de hidratação) e óleo essencial de laranja doce – 2F2MO; 1% de fécula combinada a 3% mucilagem e óleo essencial – 1F3MO e 1% de fécula combinada apenas com 3% mucilagem – 1F3M. As formulações 2F2MO e 1F3MO receberam igualmente 0,025% de óleo essencial de laranja doce. A imersão das fatias nas soluções de recobrimento durou 30 segundos, exceto para o controle (C). As fatias foram dispostas em bandejas de politereftalato de etileno – PET, posteriormente envolvidas com filme de policloreto de vinila – PVC e armazenadas a $5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $80 \pm 2\%$ de umidade relativa, em câmaras incubadoras tipo BOD durante 12 dias.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado - DIC em esquema fatorial 5×7 , com 5 recobrimentos (4F; 2F2MO; 1F3MO; 1F3M e C) e 7 períodos (0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 dias), para características de qualidade e em esquema 5×4 (0, 4, 8 e 12 dias) para a análise sensorial, a qual contou com 16 provadores (repetições) treinados. Cada tratamento com três repetições, e cada repetição composta por unidade experimental de 1 bandeja. Para a perda de massa foi utilizado esquema em parcelas subdivididas no tempo.

Foram avaliados a perda de massa (%), através da pesagem diária das amostras em balança semi-analítica, considerando-se a massa inicial, sendo o percentual foi obtido em cada período de análise em relação ao peso inicial; a firmeza, determinada através de penetrômetro manual Magness Taylor Pressure Tester, região de inserção de 2/16 polegadas de diâmetro, em 2 leituras por fatia; os sólidos solúveis (SS) em refratômetro tipo Abbe, ATAGO N1 (IAL, 2005); acidez titulável (AT – g ácido cítrico/ 100 de polpa), por titulometria com NaOH 0,1M (IAL, 2005); relação SS/AT, por divisão de SS por AT, o pH determinado utilizando potenciômetro digital e a permeabilidade de membrana (%) por meio de condutivímetro de bancada, utilizando-se 10 g da amostra em 75 mL de água deionizadas (Palma et al., 1995), segundo ajustes propostos por Zhao (2006), utilizando para expressão dos resultados a relação dos valores da primeira medição de condutividade (após 30 minutos a 24 °C) pela segunda medição de condutividade (após 15 minutos a 95 °C seguido de resfriamento) multiplicado por 100.

A características sensoriais de aspecto desidratado, aparência e avaliação global foram mensurada por meio de escalas hedônicas de 9 pontos (1 = ausente/ extremamente fraco e 9 = extremamente forte, para aspecto desidratado e 1 = desgostei extremamente e 9 = gostei extremamente, para as demais). Por sua vez, a intenção de compra foi avaliada através de escala de 5 pontos, com 1 = certamente não compraria e 5 = certamente compraria com score limite de 3 (talvez comprasse/ talvez não comprasse).

Os dados foram submetidos a análise de variância, os recobrimentos comparados pelo teste de Skott-Knott ($p \leq 0,05$). Para os dias de armazenamento foi aplicado regressão polinomial até 2º grau.

Resultados e Discussão

A menor perda de massa (Figura 1) foi observada nas fatias sob o recobrimento 4F, com média de 2,10%, um indicativo da menor permeabilidade a vapor de água deste recobrimento. A maior perda de massa, por sua vez, ocorreu nas fatias C (2,35%) e também naquelas recobertas com 1F3MO, devido ao provável aumento da taxa metabólica favorecido pela maior exposição destas fatias. Em concordância com o resultado aqui observado, fatias controle (não recobertas) de outras variedades de mamão também apresentaram maior perda de massa (Brasil et al., 2012; Cortez-Vega et al., 2013; Cortez-Vega et al., 2104). A avaliação da perda de massa é muito importante no armazenamento de produtos minimamente processados devido à elevada manipulação das etapas de processamento (Azarakhsh et al., 2012).

Ao longo do armazenamento, a firmeza média variou entre fatias dos diferentes recobrimentos (Figura 2a) sendo observado um comportamento de queda até o quarto dia de armazenamento seguido de certas oscilações e aumento novamente. De maneira geral, as fatias sob os recobrimentos apresentaram maiores médias de firmeza que as fatias C. Conforme também observado por Brasil et al. (2012) em fatias de mamões ‘Maradol’ sob recobrimentos compostos de quitosana, pectina e trans-cinamaldeído. O aumento na firmeza ao final do armazenamento podem ser atribuídas à perda de umidade das fatias, que provoca formação de tecido superficial mais resistente, bem como, à lignificação gerada pela “cicatrização da ferida” induzida pelas injúrias decorrentes do processamento mínimo (Trigo et al., 2012).

Ao longo dos doze dias os sólidos solúveis (SS) tenderam a aumentar, de modo que, o maior acúmulo ocorreu em fatias sem recobrimento (C), enquanto o menor se deu em

fatias sob 4F (Figura 2b), indicando declínio na utilização de carboidratos e, portanto, retardo do metabolismo. O acúmulo nos SS naturalmente se dá à medida que a maturação avança em decorrência da maior degradação de polissacarídeos ou devido à perda de umidade (Cortez-Vega et al., 2014).

Em relação à acidez titulável (AT) (Figura 2c), as fatias recobertas com 4F diferiram de 2F2MO e 1F3M, iguais entre si, que por sua vez também diferiram de 1F3MO e C. De modo geral, houve aumento na AT das fatias a partir do segundo dia ($0,854 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) até o oitavo dia ($1,453 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), tendo diminuído ao final dos doze dias para $0,969 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$. O aumento da AT pode ocorrer devido ao acúmulo de ácido galacturônico resultante da degradação da parede celular, conforme em fatias de mamão ‘Formosa’ (Cortez-Vega et al., 2013). Por sua vez, o declínio nos teores de AT indica a conversão de ácidos orgânicos em açúcares e sua posterior utilização no processo metabólico da respiração bem como outros processos bioquímicos (Jayathunge et al., 2014; Kuwar et al., 2015).

De maneira geral, aos 2 dias de armazenamento as fatias de todos os recobrimentos apresentaram a maior relação SS/AT (Figura 2d), tendo iniciado no valor médio de 7,45 para 13,08 após dois dias, sendo os mamões minimamente processados recobertos com 2F2MO aqueles com maior média de SS/AT (11,19).

Observou-se declínio no pH (Figura 2e) de todas as fatias e o mais expressivo deles ocorreu nas fatias recobertas com fécula a 4% (de 5,54 no início do armazenamento a 5,18 ao fim de 12 dias) ao passo que as fatias controle apresentaram menor diminuição no pH (de 5,54 a 5,45), seguidas das 2F2MO. Essa redução de pH se assemelha a observada em fatias de mamão ‘Formosa’ sob recobrimentos biodegradáveis e refrigeração (Trigo et al., 2012; Cortez-Vega et al., 2014).

A permeabilidade de membrana dos mamões minimamente processados variou com oscilações ao longo dos dias de armazenamento (Figura 2f). Entre o segundo e o sexto dia de armazenamento, observou-se um aumento considerável no vazamento de eletrólitos o que sugere uma maior vulnerabilidade das membranas celulares e pode estar relacionado à firmeza, que neste período demonstrou baixos valores, indicando maior degradação das paredes celulares. As injúrias, danos mecânicos ou ativação de enzimas envolvidas na senescência, decorrentes das operações os do processamento mínimo, afetam fortemente a integridade da membrana a qual pode ser mensurada pelo vazamento de eletrólitos, parâmetro determinado por leituras de condutividade elétrica (Natalini et al., 2014).

Ao longo do armazenamento, as notas gerais para intensidade do aspecto desidratado (Figura 3a) evoluíram do conceito 1 (ausente/extremamente fraco), no período inicial, para nota média de 4,67 ao final dos 12 dias de armazenamento. A nota 4 correspondia ao conceito de “ligeiramente fraco” e a nota 5 de “nem forte, nem fraco”. O aumento das notas de intensidade do aspecto desidratado indicou que as fatias perderam água ao longo do armazenamento, como observado na perda de massa.

Em relação à aceitação da aparência (Figura 3b), do período inicial ao final, as notas médias atribuídas as fatias declinaram durante o armazenamento mas as fatias recobertas com 2F2MO obtiveram maior aprovação desta característica, com nota média geral no conceito 7 - “gostei regularmente”, ao passo que C atingiu o menor índice desta avaliação com nota média de 6 (gostei ligeiramente). Recobrimentos comestíveis de outras fontes biodegradáveis também proporcionaram maiores notas de aparência à fatias de mamão recobertas em comparação fatias controle (Trigo et al., 2012; Pavani et al., 2017).

Para avaliação global (Figura 3c), as fatias recobertas diferenciaram-se ($p < 0,05$) das fatias controle por obterem médias gerais entre 6,34 (1F3M) e 6,86 (2F2M0), todas entre “gostei ligeiramente” e “gostei regularmente” indicando que o emprego de recobrimentos biodegradáveis propicia a manutenção da qualidade do mamão minimamente processado durante o armazenamento, conforme também observado por Pavani et al. (2017). Neste contexto, 2F2M0 destacou-se como o único a manter a aceitação global das fatias acima do limite de aceitação (score = 6) durante os 12 dias, enquanto fatias do controle apresentaram-se abaixo deste nível já ao 4º dia de armazenamento, evidenciando o benefício da utilização deste recobrimento na manutenção da qualidade com um ganho de 8 dias de vida pós-corte em comparação ao controle.

Quanto a intenção de compra (Figura 3d), as médias gerais declinaram de modo que ao final do armazenamento as fatias C obtiveram menor a média geral (3,13) ao passo que as fatias recobertas obtiveram melhores médias e mais uma vez, o recobrimento 2F2M0 ficou em evidência por manter a intenção de compra das fatias por ele recobertas acima do limite mínimo até o final do armazenamento, enquanto as fatias controle decaíram para baixo do limite ao 4º dia. Um ganho de 8 dias, em relação ao controle, na preferência do consumidor. Vantagens da aplicação de recobrimento no maior interesse de compra de um minimamente processado também foram relatadas por Chiumarelli et al. (2010) em mangas ‘Tommy Atkins’ sob recobrimentos de fécula de mandioca.

Conclusões

Recobrimentos compostos de fécula de inhame, em conjunto ou não, com mucilagem de chia e óleo essencial de laranja doce geraram impacto sobre a qualidade de mamão ‘Golden’ minimamente processado sob refrigeração. Em evidência, observou-se que a formulação balanceada de 2% da fécula para 2% da mucilagem, com adição de 0,025% do óleo essencial manteve em excelentes condições a qualidade sensorial das fatias, ampliando em oito dias a vida pós-corte quando comparadas à fatias não recobertas.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo aporte financeiro.

Referências

- Azarakhsh, N., Osman, A., Ghazali, H.M., Tan, C.P. & Adzahan, N.M. 2012. Optimization of alginate and gellan-based edible coating formulations for fresh-cut pineapples. *International Food Research Journal* 19(1):279-285.
- Brasil, I.M., Gomes, C., Puerta-Gomez, A., Castell-Perez, M.E. & Moreira, R.G. 2012. Polysaccharide-based multilayered antimicrobial edible coating enhances quality of fresh-cut papaya. *LWT - Food Science and Technology* 47:39-45.
- Capitani, M.I., Ixtaina, V.Y., Nolasco, S.M. & Tomás, M.C. 2013. Microstructural, chemical composition and mucilage exudation of chia (*Salvia hispanica* L.) nutlets from Argentina. *Journal of Science Food and Agriculture* 93(15):3856-3862.
- Chien, P.J., Lin, H.R. & SU, M.S. 2013. Effects of edible micronized chitosan coating on quality and shelf life of sliced papaya. *Food and Nutrition Sciences* 4:9-13.

- Chiumarelli, M., Pereira, L.M., Ferrari, C.C., Sarantópoulos, C.I.G.L. & Hubinger, M.D. 2010. Cassava Starch Coating and citric acid to preserve quality parameters of fresh-cut "Tommy Atkins" mango. *Journal of Food Science* 75(5):E297-E304.
- Cortez-Vega, W.R., Pizato, S., Souza, J.T.A. & Prentice, C. 2014. Using edible coatings from Whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) protein isolate and organo-clay nanocomposite for improve the conservation properties of fresh-cut 'Formosa' papaya. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 22:197-202.
- Cortez-Vega, W. R., Piotrowicz, I.B.B., Prentice-Hernández, C. & Borges, C.D. 2013. Conservação de mamão minimamente processado com uso de revestimento comestível à base de goma xantana. *Semina Ciências Agrárias* 34(4):1753-1764.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. 2005. Procedimentos e Determinações Gerais. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.
- Jayathunge, K.G.L.R., Gunawardhana, D.K.S.N., Illeperuma, D.C.K., Chandrajith, U.G., Thilakarathne, B.M.K.S., Fernando, M.D. & Palipane, K. B. 2014. Physico-chemical and sensory quality of fresh cut papaya (*Carica papaya*) packaged in micro-perforated polyvinyl chloride containers. *Journal of Food Science and Technology* 51(12): 3918-3925.
- Kuwar, U., Sharma, S. & Tadapaneni, V.R. 2015. *Aloe vera* Gel and Honey-Based Edible Coatings Combined with Chemical Dip as a Safe Means for Quality Maintenance and Shelf Life Extension of Fresh-Cut Papaya. *Journal of Food Quality* 38(5): 347-358.
- Mali, S., Grossmann, M.V.E. & Yamashita, F. 2010. Starch films: production, properties and potential of utilization. *Semina: Ciências Agrárias* 31(1):137-156.
- Muñoz L.A., Aguilera, J.M., Rodriguez-Turienzo, L., Cobos, A. & Diaz, O. 2012. Characterization and microstructure of films made from mucilage of *Salvia hispanica* and whey protein concentrate. *Journal of Food Engineering* 111:511-518.
- Natalini, A., Martinez-Diaz, V., Ferrante, A. & Pardossi, A. 2014. Effect of temperature and ripening stages on membrane integrity of fresh-cut tomatoes. *Acta Physiology Plant* 36:191-198.
- Oriani, V.B., Molina, G., Chiumarelli, M., Pastore, G.M. & Hubinger, M.D. 2014. Properties of cassava starch-based edible coating containing essential oils. *Journal of Food Science* 79:- E189-E194.
- Palma, T., Marangoni, A.G. & Stanley, D.W. 1995. Environmental stresses affect tomato microsomal membrane function differently than natural ripening and senescence. *Postharvest Biology and Technology* 6(3):- 257-273.
- Pavani, Y., Kumar, R.U.P. & Reddy, G.G.K.P. 2017. Edible film coating of fresh cut papaya. *International Journal of Multidisciplinary Advanced Research Trends* 4- 1(3): 255-250.
- Shit, S. & Shah, P.M. 2014. Edible Polymers: Challenges and Opportunities. *Journal of Polymers* 1-13.
- Suryawanshi, J.A.S. 2011. An overview of Citrus aurantium used in treatment of various diseases. *Afr. J. Plant Science* 5(7):390-395.
- Trigo, J.M., Albertini, S., Spoto, M.H.F., Sarmiento, S.B.S., Reyes, A.E.L. & Sarriés, G.A. 2012. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. *Brazilian Journal of Food Technology* 15(2):125-133.

Udomkun, P., Nagle, M., Mahayothee, B., Nohr, D., Koza, A. & Muller, J. 2015. Influence of air-drying properties on non-enzymatic browning, major bioactive compounds and antioxidant capacity of osmotically pretreated papaya. *LWT - Food Science and Technology* 60:914-922.

Wani, A.A., Singh, P., Pant, A. & Langoski, H.C. 2015. Packaging methods for minimally processed foods. p. 35-57. In: M. W. Siddiqui and M. S. Rahman (eds.), *Minimally Processed Foods: Technologies for Safety, Quality, and Convenience*, Springer, England.

Zhao, Z., Jung, W., Cao, J., Zhao, Y. & GU, Y. 2006. Effect of cold-chock treatment on chilling injury in mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Wacheng') fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. (86):2458-2462.

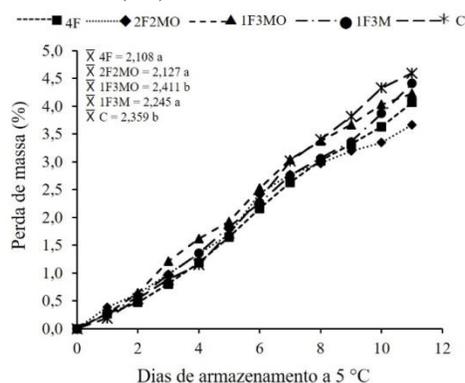


Figura 1 - Perda de massa de mamões 'Golden' minimamente processados mantidos por 12 dias sob refrigeração (5 ± 1 °C e $80 \pm 2\%$ UR), sob recobrimentos à base de 4% fécula de inhame (4F), 2% de fécula de inhame + 2% mucilagem de chia + óleo essencial de laranja doce (2F2MO), 1% de fécula de inhame + 3% de mucilagem de chia + óleo essencial de laranja doce (1F3MO), 1% de fécula de inhame + 3% mucilagem de chia (1F3M) e controle – sem recobrimento (C). Médias seguidas pela mesma letra, não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

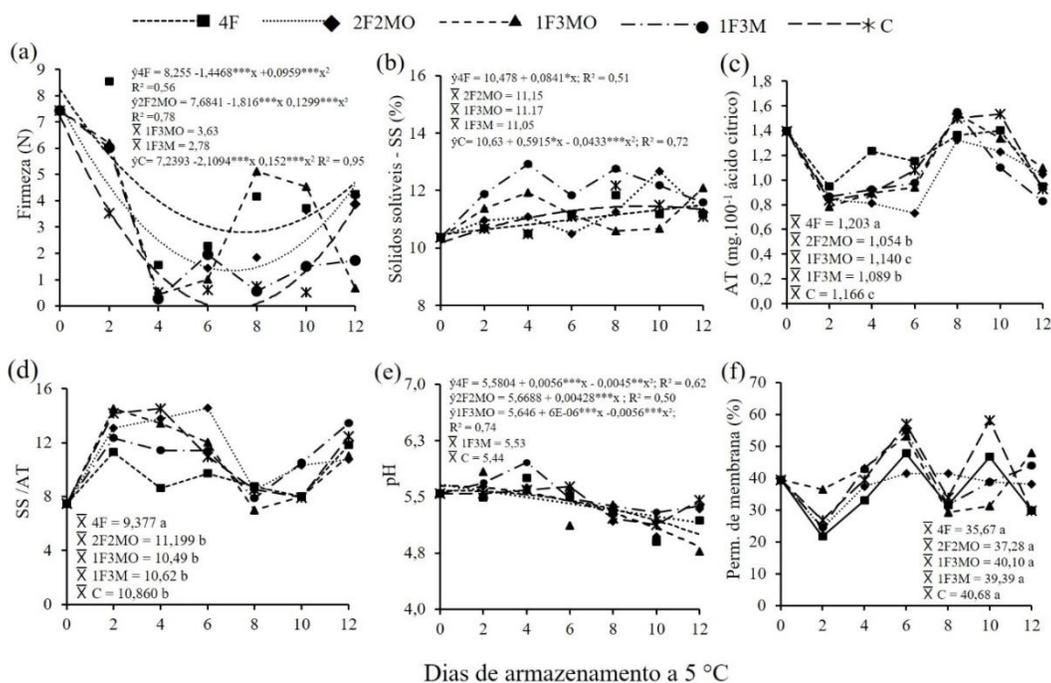


Figura 2 - Firmeza (a), sólidos solúveis – SS (b), acidez titulável – AT (c), SS/AT (d), pH (e) e permeabilidade de membrana (f) de mamões ‘Golden’ minimamente processados mantidos por 12 dias sob refrigeração (5 ± 1 °C e $80 \pm 2\%$ UR), sob recobrimentos à base de 4% fécula de inhame (4F), 2% de fécula de inhame + 2% mucilagem de chia + óleo essencial de laranja doce (2F2MO), 1% de fécula de inhame + 3% de mucilagem de chia + óleo essencial de laranja doce (1F3MO), 1% de fécula de inhame + 3% mucilagem de chia (1F3M) e controle – sem recobrimento (C). Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas, não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

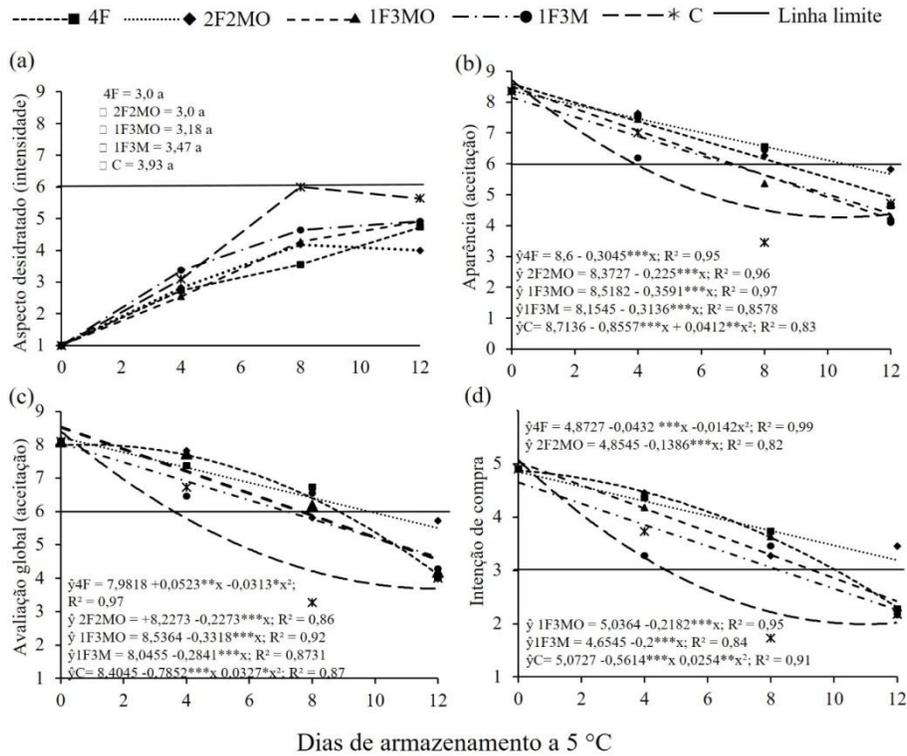


Figura 3 - Notas para aspecto desidratado (a), aparência (b), avaliação Global (c) e intenção de compra (d) de mamões ‘Golden’ minimamente processados mantidos por 12 dias sob refrigeração (5 ± 1 °C e 80 ± 2%UR), sob recobrimentos à base de 4% fécula de inhame (4F), 2% de fécula de inhame + 2% mucilagem de chia + óleo essencial de laranja doce (2F2MO), 1% de fécula de inhame + 3% de mucilagem de chia + óleo essencial de laranja doce (1F3MO), 1% de fécula de inhame + 3% mucilagem de chia (1F3M) e controle – sem recobrimento (C).

Conservação pós-colheita de frutos de tangerineira ‘Ponkan’ sob diferentes temperaturas e recobrimentos biodegradáveis

Renato Lima Dantas¹, Francisco de Assys Romero da Mota Sousa², Vanessa Maria Dantas Pedrosa², Rejane Maria Nunes Mendonça², Cristiane Rodrigues de Araújo Penna³, Edileide Natália da Silva Rodrigues², Luana dos Santos Carneiro², Whesley Silva de Moraes³ & Silvanda de Melo Silva²

¹Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACENE, João Pessoa-PB, Brasil, renato_dantas@hotmail.com.br

²Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, Brasil, silvasil@cca.ufpb.br

³Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, Brasil.

Resumo

A produção de tangerina na Paraíba é oriunda da agricultura familiar, ainda apresentando baixo nível tecnológico. O uso de recobrimentos polissacarídicos pode contribuir para manter a qualidade sensorial de aparência e sabor, principalmente no contexto das regiões produtoras de tangerina com baixo aporte tecnológico. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência de recobrimentos a base fécula de mandioca e quitosana sobre a conservação da qualidade pós-colheita de tangerinas ‘Ponkan’ armazenadas sob refrigeração. Foram utilizados recobrimentos a base quitosana (quitosana 4% e quitosana 4%+glicerina 4%) e fécula de mandioca (fécula 4% e fécula 4%+glicerina 4%) e o controle. Tangerinas foram armazenadas sob condições ambientes (24±2 °C e 75±4% U.R) durante 18 dias e sob refrigeração (12±1 °C e 80±2% U.R) durante 30 dias. Tangerinas mantidas sob refrigeração apresentaram mudanças mais lentas na coloração do verde ao amarelo, em que frutos recobertos com quitosana e fécula de mandioca retardaram o desverdecimento, corroborando com a fluorescência da clorofila com relação Fv/Fm superior para esses recobrimentos. A análise descritiva quantitativa da aparência mostrou que nas condições ambiente a tangerina ‘Ponkan’ não apresentou mudanças na coloração durante o armazenamento, embora a incidência de defeitos graves tenha sido superior à frutos mantidos a 12 °C. Em conjunto, o uso de recobrimento com quitosana a 4% pode ser uma opção para o prolongamento da vida útil pós-colheita de tangerina ‘Ponkan’ produzida pela agricultura familiar paraibana.

Palavras-chave: *Citrus reticulata*, quitosana, fécula de mandioca, fluorescência da clorofila.

Abstract

Post-harvest conservation of 'Ponkan' mandarin fruits under different temperatures and biodegradable coatings.

The production of mandarin in Paraíba State comes from family farming, still presenting low technological level. The use of polysaccharide coatings can contribute to maintain the sensorial quality of appearance and flavor, especially in the context of the

regions of low tangerine production. Thus, the objective of this work is to evaluate the influence of cassava and chitosan starch-based coatings on post-harvest quality preservation of 'Ponkan' mandarins stored under refrigeration. Coats of chitosan (chitosan 4% and chitosan 4% + glycerin 4%) and cassava starch (starch 4% and starch 4% + glycerin 4%) were used as controls. Tangerines were stored under ambient conditions ($24 \pm 2^\circ \text{C}$ and $75 \pm 4\%$ U.R) for 18 days and under refrigeration ($12 \pm 1^\circ \text{C}$ and $80 \pm 2\%$ U.R) for 30 days. There was no significant difference among coating at both temperatures for weight loss and firmness. Tangerines kept under refrigeration presented slower changes in the coloration from green to yellow, in which fruits covered with chitosan and cassava starch delayed the greening, corroborating with the chlorophyll fluorescence that presented higher Fv/Fm ratio for these coatings. Quantitative descriptive analysis of the appearance showed that under the ambient conditions 'Ponkan' mandarin did not show changes in coloration during storage, although the incidence of serious defects was higher than the fruits kept at 12°C . Taken together, the use of 4% chitosan coating may be an option for the prolongation of the post-harvest life of 'Ponkan' mandarin produced by family farms in Paraíba State.

Keywords: *Citrus reticulata*, chitosan, manioc starch, chlorophyll fluorescence.

Introdução

A tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) pertence ao segundo grupo de cítricos mais produzidos no mundo, que se destaca pela aparência atrativa, sabor e aroma agradáveis e da facilidade de descascamento que propicia o consumo como fruta fresca (Ladaniya, 2008). No Território da Borborema, a tangerina é produzida em sua maioria pela agricultura familiar, utilizando baixo nível de insumos, atendendo predominantemente ao mercado regional que se caracteriza pela ausência de padrões de qualidade. Tecnologias voltadas para a manutenção da qualidade pós-colheita de frutos cítricos têm sido estudadas buscando ampliar a vida útil (Obenlandet al., 2011).

A variação da temperatura pode refletir na flutuação da umidade relativa, que, por sua vez pode influenciar no aparecimento de desordens fisiológicas, na perda de massa fresca e da firmeza do fruto e, principalmente, ocasionar a incidência de danos pelo frio (Alfárez et al., 2010). O uso de recobrimentos biodegradáveis busca não apenas manter a aparência, mas pelo prolongamento da vida útil pós-colheita através redução da atividade metabólica do fruto (Fontes et al., 2008). Contudo, a película depositada sobre a casca deve permitir trocas gasosas adequadas entre o fruto e o meio, caso contrário o processo fermentativo será instalado com formação de odores desagradáveis (Contreras-Oliva et al., 2011).

Dentre os recobrimentos a base de matérias-primas de natureza orgânica, a fécula de mandioca que é promissora pelo baixo custo, de ampla ocorrência no Nordeste do Brasil, pode ser uma alternativa para a citricultura familiar. Outra alternativa é a quitosana que tem sido estudada como recobrimento com resultados promissores em citros (Chien et al., 2007). Contudo, ambos os recobrimentos se assemelham, por serem hidrofílicos e formarem barreiras de baixa eficiência no controle da perda de água. Isso pode ser minimizado pela adição de agentes plastificantes, a exemplo da glicerina que é usada para aumentar elasticidade dos recobrimentos (Han & Gennadios, 2005).

A vida útil dos citros, comparado às demais frutas subtropicais e tropicais, é relativamente elevada (Ladaniya, 2008). A perda de água e o desenvolvimento de doenças

fúngicas e bacterianas, contudo, podem comprometer a qualidade desses frutos sob condições ambientes. Desse modo, a utilização de recobrimentos de natureza orgânica visando à conservação pós-colheita de tangerinas 'Ponkan' pode prolongar a vida útil pela redução das perdas, uma vez que não há estudos avaliando a vida útil pós-colheita da tangerina produzida nas condições edafoclimáticas da Paraíba.

Mediante o exposto, este trabalho tem por objetivo avaliar a influência de recobrimentos a base fécula de mandioca e quitosana sobre a conservação da qualidade pós-colheita de tangerinas 'Ponkan' (*C. reticulata* Blanco), armazenadas sob refrigeração.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB). Os frutos foram sanificados com solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm escos sob condição ambiente.

Os frutos foram submetidos aos seguintes recobrimentos biodegradáveis: fécula de mandioca a 4%, fécula de Mandioca 4% + glicerina 4%, quitosana a 4%, e quitosana 4% + glicerina 4% e o controle (frutos sem recobrimentos).

Os frutos armazenados sob condições ambientes foram avaliados a cada três dias, durante 18 dias, enquanto que, os mantidos sob refrigeração foram avaliados a cada 5 dias durante 30 dias.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x7, sendo cinco recobrimentos e sete períodos de avaliações, com três repetições, contendo três tangerinas cada. Para a avaliação sensorial, o fatorial foi 5x6, sendo cinco recobrimentos e seis períodos de avaliações por ter se iniciado a partir do segundo período de armazenamento para ambas as temperaturas. A avaliação se procedeu com 8 julgadores, sendo cada um tomado com uma repetição. As tangerinas foram armazenadas sob condições ambientes (24 ± 2 °C e $75\pm 4\%$ U.R) e refrigeração (12 ± 1 °C e $80\pm 2\%$ U.R).

A aplicação dos recobrimentos foi realizada pela imersão da tangerina por 30 segundos nas soluções, exceto para a testemunha. Após secagem ao ar sobre telas de nylon, os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido e armazenados sob condições ambientes (24 ± 2 °C e $75\pm 4\%$ U.R) e sob a refrigeração em câmara BOD a 12 ± 1 °C e $80\pm 2\%$ U.R.

A cada período foram avaliados: fluorescência da clorofila de acordo com metodologia estabelecida por Hansatech (2006) e sensorial de aparência. Os frutos foram processados com o auxílio de processador manual e o suco avaliado imediatamente quanto a perda de massa, firmeza, luminosidade, ângulo Hue, sólidos solúveis, acidez titulável, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz-IAL (2005). Na análise descritiva quantitativa (ADQ), foi realizada a descrição mediante a aparência dos frutos de tangerineira 'Ponkan' durante o armazenamento, utilizando 8 julgadores treinados segundo a metodologia descrita pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1998). As amostras foram compostas de 8 frutos para cada tratamento. Foram avaliados brilho e comercialização, considerando o percentual de frutos. O julgamento das amostras codificadas se deu através de ficha com escala não estruturada de 10 cm (Queiroz & Treptow, 2006) na qual o julgador marcava com traço vertical a intensidade das características solicitadas referentes à aparência: Brilho (Aspecto brilhoso do flavedo

(intensidade), variando de opaco a muito) e Intenção de compra (Com base nos descritores de aparência quanto a aceitação e rejeição).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$). Para o fator período de armazenamento (dias), foi aplicada análise de regressão polinomial até o segundo grau para as médias dos tratamentos durante os dias. As características que não apresentaram ajuste significativo aos modelos com base na significância de seus coeficientes apenas foram apresentadas as médias, comparando-se pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Foi utilizado o software estatístico Sisvar versão 5.1 (2007) para realização das análises.

Resultados e Discussão

A perda de massa fresca de frutos de tangerina 'Ponkan' não apresentou interação significativa entre os recobrimentos ao longo do tempo, cujo comportamento foi similar para frutos mantidos a 12 °C, com perda de massa acumulada ao final dos 30 dias de 13,63%, em média, para todos os tratamentos (fig. 1A). Para tangerinas mantidas a 24 °C, o recobrimento com quitosana 4% + glicerina 4% apresentou perda similar ao controle, que apresentou 8,7% de perda. A temperatura em conjunto com a umidade relativa são os dois principais fatores que podem interferir na perda de massa de frutos cítricos (Ladaniya, 2008).

Na firmeza (fig. 1B), frutos mantidos a 24 ± 2 °C apresentaram uma resistência que variou de 22,5 N a 31,1 N durante 18 dias. Em média, nessas condições, frutos tratados com quitosana e quitosana + glicerina não diferiram do controle cuja firmeza foi de 26,7 N. Tangerinas acondicionadas a 12 °C apresentaram resposta similar durante o armazenamento, apresentando um aumento de 22,5 N a 35,2 N aos 20 dias decrescendo para 29,6 N no 30º dia. Esta característica é muito dependente da umidade relativa, de modo que quando a umidade é baixa pode haver ressecamento da casca, dificultando as trocas gasosas, podendo causar anaerobiose e, com a perda progressiva da umidade, a casca pode se tornar desidratada necessitando de uma maior pressão para penetrá-la (Ladaniya, 2008).

A luminosidade (L^*) apresentou efeito significativo ($p \leq 0,05$) entre os recobrimentos e o tempo em ambas as condições de armazenamento (fig. 1C e 1D). A 24 °C, foi ligeiramente ascendente ao longo do armazenamento para todos os recobrimentos, sendo a variação média de 43,6 a 44,7. Frutos tratados com quitosana e o controle mantiveram a luminosidade até o 18º dia. Tangerinas recobertas com quitosana tiveram brilho mantido, apresentando L^* entre 43,6 a 45,3. A 12 °C, tangerinas 'Ponkan' recobertas com quitosana apresentaram uma menor redução no ângulo Hue (fig. 1E e 1F) após 30 dias de armazenamento, de 100,8º para 93,8º, de modo que no 30º dia de armazenamento a coloração era ainda verde predominantemente. O surgimento desta coloração foi mais intensamente notado a 12 °C na qual as tangerinas apresentaram valores iguais ou menores que 90º, indicando a transição da cor para o amarelo, ao passo que a 24 °C não ocorreu mudanças significativas na coloração, exceto para o controle que apresentou uma diminuição de 100,8 para 91,1º durante os 18 dias de armazenamento.

A relação Fv/Fm , que corresponde a relação entre a fluorescência variável (Fv) e a fluorescência máxima (Fm) (fig. 1G e 1H). A 12 °C, o efeito dos tratamentos foi influenciado pelo tempo e todos os ajustes aos modelos de regressão foram lineares ($p < 0,01$). As tangerinas do Controle e Fécula 4% + Glicerina 4% diferiram dos demais

recobrimentos durante 30 dias de armazenamento refrigerado, apresentando redução mais acentuada de 0,793 para 0,585 e 0,559, respectivamente. A relação Fv/Fm nos recobrimentos a base de quitosana e fécula foi maior durante armazenamento quando comparado com os demais recobrimentos. Esses mesmos recobrimentos apresentaram maiores valores de ângulo Hue durante o armazenamento, deixando evidente que nos frutos que conservaram a coloração verde predominante exibiram valores maiores para essa relação, indicando que as tangerinas nas quais ocorreu a perda na clorofila no flavedo e síntese de carotenoides apresentaram valores menores de fluorescência.

O conteúdo de sólidos solúveis (SS) em frutos de tangerineira 'Ponkan' apresentou interação significativa entre os recobrimentos e o tempo de armazenamento (fig. 2A e 2B). No entanto, o que se observa a 24 °C é um coeficiente de variação de 1,34% e médias de SS que variaram entre 8,5 e 9,3% sem ajustes em modelos de regressão. A manutenção do conteúdo de sólidos solúveis durante o armazenamento foi reportada por Damiani et al. (2008) para a tangerina 'Ponkan' minimamente processada, embora Zhu et al. (2011), estudando o metabolismo de açúcares solúveis em tangerina 'Ponkan' mantidas a 4 °C e 95% U.R. tenham reportado que durante o armazenamento a sacarose, glicose e frutose aumentaram até os 60 dias, sendo notado aos 90 dias que tais açúcares reduziram acentuadamente.

O uso de diferentes recobrimentos em tangerinas 'Ponkan' tanto para frutos sob condições ambientes quanto a 12 °C não alterou acentuadamente a acidez titulável (AT) (fig.2C e 2D). A 24°C, os recobrimentos apresentaram uma variação entre 0,46 e 0,59 g.100g⁻¹, sendo os frutos recobertos com quitosana 4% os que apresentaram menor acidez durante os 18 dias de armazenamento. Na refrigeração, ao longo dos 30 dias foi observado comportamento similar à condição ambiente, com uma oscilação de valores entre 0,46 g.100g⁻¹ e 0,55 g.100g⁻¹ de ácido cítrico.

Os valores relacionados ao brilho do flavedo de tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob a condição ambiente decresceu ao longo de 18 dias de acondicionamento (fig. 2E e 2F). Durante esse período, as tangerinas que receberam os maiores valores neste quesito da avaliação foram aquelas recobertas com quitosana 4% e quitosana 4% + glicerina 4%, havendo diminuição de 8,8 a 7,2 e de 7,9 a 5,8, respectivamente, permanecendo ainda acima da faixa classificada como regular da escala de julgamento. Frutos do controle ao final do armazenamento apresentaram valor médio de 1,2 em função do aspecto desidratado acentuado, sendo, portanto, avaliado como quase ausente. A 12 °C, os recobrimentos com quitosana 4% e quitosana 4% + glicerina 4% também foram responsáveis por valores superiores quanto ao brilho de tangerinas, embora não tenham apresentado ajuste aos modelos de regressão utilizados. Os frutos recobertos com fécula 4% + glicerina 4% juntamente com o Controle, após os primeiros cinco dias, permaneceram abaixo do valor 5 (regular). Essa característica visualmente expressou-se mais fortemente na refrigeração onde a perda de massa fresca foi menor nesse mesmo período.

Na intenção de compra (fig.2G e 2H) de tangerinas submetidas a diferentes recobrimentos. Ponderando que a escala de julgamento considerou 0=Rejeito, 5=Aceito com restrição e 10=Aceito, observou-se que os dois recobrimentos a base de quitosana na condição ambiente, até o 12º dia de armazenamento, os julgadores comprariam as tangerinas com alguma restrição, correspondendo a um incremento de 8 dias em relação ao controle. Por outro lado, tangerinas recobertas com fécula 4% apresentaram no 6º dia de armazenamento valor 6,0, mostrando, desde então, valores referentes próximos à rejeição

(3,8 a 0,6). A incidência de defeitos, manchas e podridões, foi maior nos frutos recobertos com fécula 4%. A 12 °C, os valores para a intenção de compra mostraram que os frutos recobertos com quitosana permaneceram acima do limiar 5 durante os 30 dias de armazenamento, com um incremento de 15 dias em relação ao controle e diferentemente dos demais recobrimentos cujos valores decresceram, ficando abaixo de 5. Para frutos recobertos com quitosana 4% e quitosana 4% + glicerina 4% houve um decréscimo de 8,8 para 6,3 durante os dias a 12 °C.

House et al. (2011), conduziram um estudo mais amplo com consumidores na Flórida, EUA, avaliando a preferência de consumidores com base em atributos de sabor e aparência. Observaram que fatores como idade, renda, origem do consumidor interferiu na avaliação sensorial de diferentes tangerinas. A coloração, número de sementes e tamanho foram os três principais atributos na intenção de compra somente e a doçura, formato, acidez e aroma foram importantes na intenção de compra e consumo de crianças e adultos.

Conclusões

O uso de recobrimentos com ou sem plastificante manteve a fluorescência da clorofila mais elevada em tangerinas sob condição ambiente e de refrigeração, embora não tenha havido modificação significativa na qualidade físico-química dos frutos. Sob condição ambiente, o recobrimento com quitosana propiciou aumento de vida útil em oito dias em relação ao controle, enquanto que, a 12 °C, o incremento foi de 15 dias.

Referências

- Alfárez, F., Alquezar, B., Burns, J.K. & Zacarias, L. 2010. Variation in water, osmotic and turgor potential in peel of 'Marsh' grapefruit during development of postharvest peel pitting. *Postharvest Biology and Technology* 56:44-49.
- Chien, P.J., Sheu, F. & Lin, H.R. 2007. Coating citrus (*Murcotttangor*) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. *Food Chemistry* 100:1160-1164.
- Contreras-Oliva, A., Rojas-Argudo, C. & Pérez-Gago, M. 2011. Effect of solid content and composition of hydroxypropyl methylcellulose-lipid edible coatings on physicochemical, sensory and nutritional quality of 'Valencia' oranges. *International Journal of Food Science and Technology* 46:2437-2445.
- Damiani, C., Boas, E.V. de B.V. & Pinto D.M. 2008. Processamento mínimo de tangerinas armazenadas sob duas temperaturas. *Comunicação. Ciência e Agrotecnologia* 32:308-313.
- Fontes, L.C.B., Sarmiento, S.B.S., Spoto, M.H.F. & Dias, C.T.S. 2008. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28:872-880.
- Han, J.H., Gennadios, A. 2005. Edible Films and Coatings: A Review. In: Han, J.H. *Innovations in Food Packaging*, Elsevier Academic Press, Amsterdam, pp. 239-262.
- Hansatech Instruments. 2006. Pocket PEA Chlorophyll Fluorimeter. In: _____. *Operations Manual: Setup, Installation and Maintenance*. Hansatech Instruments Ltda, Version 1.0 : 35-40.
- House, L.A., Gao, Z., Spreen, T.H., Gmitter Jr., F.G., Valim, Mf., Plotto, A. & Baldwin, E.A. 2011. Consumer Preference for Mandarins: Implications of a Sensory Analysis. *Agribusiness* 27:450-464.

- Instituto Adolfo Lutz. 2005. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2ª Edição. São Paulo, v: 371.
- Ladaniya, M.S. 2008. Citrus Fruit: Biology, Technology, and Evaluation. 1a. ed., USA: Academic Press Publication 543p.
- Obenland, D., Collin, S., Mackey, B., Sievert, J. & Arpaia, M.L. 2011. Storage temperature and time influences sensory quality of mandarins by altering soluble solids, acidity and aroma volatile composition. *Postharvest Biology and Technology* 59:187-193.
- Queiroz, M.I. & Treptow, R.O. 2006. Análise Sensorial para Avaliação da Qualidade dos Alimentos. Rio Grande do Sul: Da Furg. 268p.
- Zhu, A. Li, W., Ye, J., Sun, X., Ding, Y., Cheng, Y. & Deng, X. 2011. Microarray expression profiling of postharvest Ponkan mandarin (*Citrus reticulata*) fruit under cold storage reveals regulatory gene candidates and implications on soluble sugars metabolism. *Journal of Integrative Plant Biology* 53:358-374.

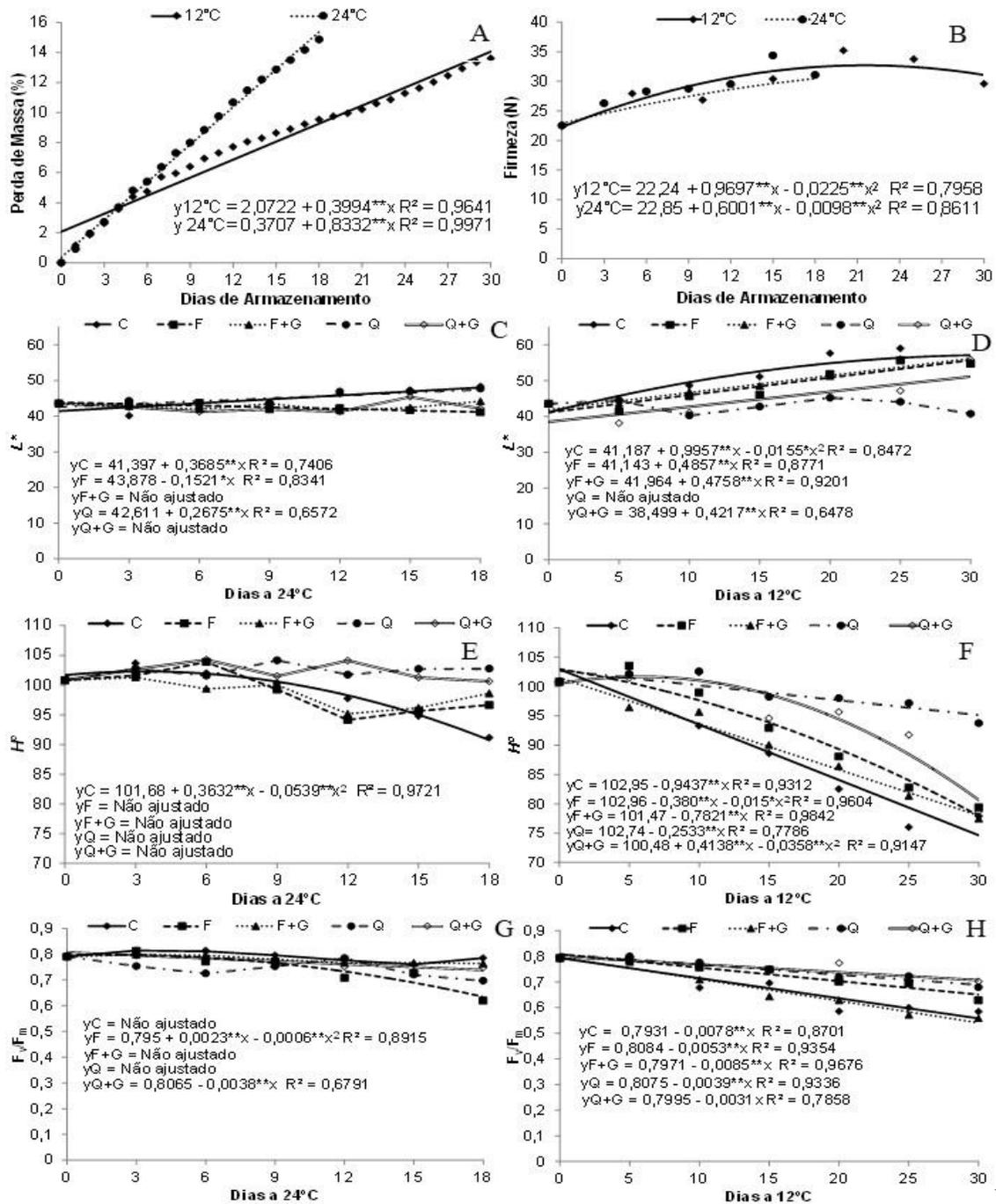


Figura 1 - Perda de massa (A), firmeza (B), parâmetros objetivos de cor, L* (C e D) e °H (E e F), e fluorescência da clorofila por meio de relação Fv/Fm (G e G) de tangerina ‘Ponkan’ armazenada sob condições ambientes (24±2 °C e 75±4% U.R.) e a 12±1 °C e 80±2% U.R. e sob recobrimentos a base de fécula de mandioca a 4% (F), fécula a 4% + glicerina 4% (F+G), quitosana 4% (Q), quitosana 4% + glicerina 4% (Q+G) e controle (C).

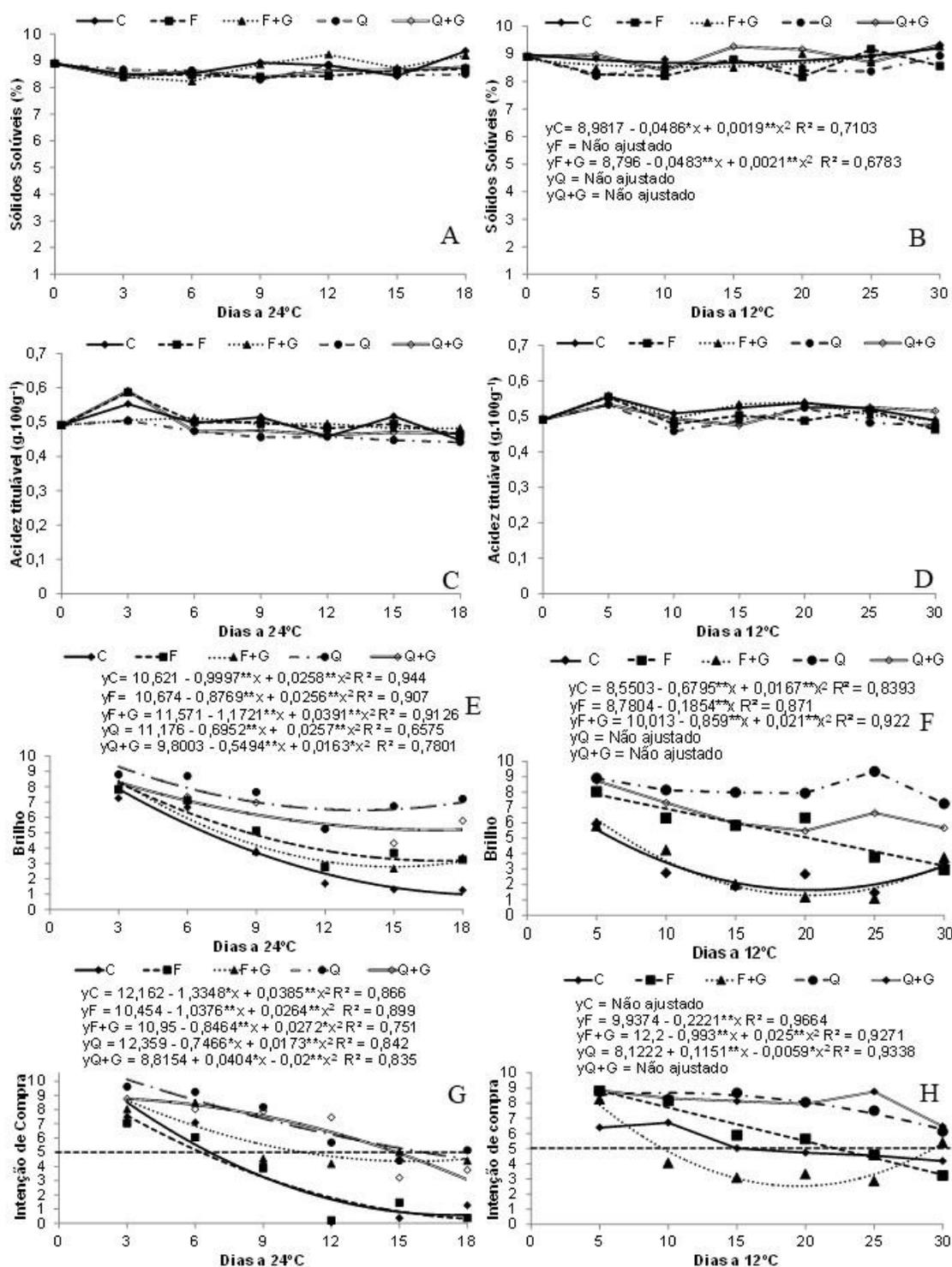


Figura 2 - Sólidos solúveis (A e B), acidez titulável (C e D), brilho (E e F) e intenção de compra (G e H) de tangerina ‘Ponkan’ armazenada sob condições ambientes (24±2 °C e 75±4% U.R) e a 12±1 °C e 80±2% U.R. e sob recobrimentos a base de fécula de mandioca a 4% (F), fécula a 4% + glicerina 4% (F+G), quitosana 4% (Q), quitosana 4% + glicerina 4% (Q+G) e controle (C).

Influência do armazenamento de frutos de rambutan em diferentes embalagens e ambientes

Brenda Karina Rodrigues da Silva, Arthur Nazareno Marinho Oliveira, Thayane Ferreira Miranda, Arthur Simões Taverny, Antonia Benedita da Silva Bronze, Socorro Taynara Braga Cristo, Renato Cavalcante Ferreira de Sousa & Marcio Cardoso Mourão

Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Presidente Tancredo Neves 2501, 66077-530 Belém, PA, Brasil, brendakr13@gmail.com

Resumo

Um dos maiores desafios na comercialização do rambutan é a alta perecibilidade e durabilidade do fruto em relação ao tempo de vida de prateleira. Uma maneira de atrasar a senescência é armazenar os frutos em local refrigerado com o uso da embalagem adequada. O trabalho teve, então, como objetivo avaliar a influência de diferentes embalagens, ambientes e períodos de conservação nas características de frutos de rambutan. Foram testadas cinco diferentes embalagens (caixa de polipropileno, caixa de poliestireno, saco de polipropileno sem perfuração, saco de polipropileno com perfuração e bandeja de poliestireno envolta com filme PVC). Os frutos foram avaliados a cada dois dias por um período de oito dias de armazenamento, em ambiente refrigerado e em temperatura ambiente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x2x4 (embalagem x ambientes x períodos de armazenamento), com quatro repetições. Foram determinados: massa do epicarpo (ME); massa da semente (MS); teor de sólidos solúveis (TSS); rendimento de polpa (RP) e perda de massa fresca (PMF). Obtiveram-se as melhores médias estatística para todas as características avaliadas quanto à qualidade do fruto, os armazenados em ambiente refrigerado. Em relação à embalagem, o saco de polipropileno sem perfuração apresentou a menor perda de massa fresca dos frutos na temperatura ambiente ao longo do período de avaliação. A variável perda de massa fresca foi selecionada como o melhor indicativo de mudanças nas características físicas na pós-colheita em rambutan. A qualidade dos frutos de rambutan é influenciada pelo tipo de embalagem, ambientes e períodos de armazenamento, sendo o ambiente refrigerado o ideal para preservação das características dos frutos.

Palavras-chave: *Nephelium lappaceum* L), fruta tropical, pós-colheita, rambuteira, fruteira exótica, qualidade do fruto.

Abstract

Influence of storage of rambutan fruit in different packings and environments.

One of the biggest challenges in rambutan commercialization is the high perishability and durability of the fruit compared to the shelf life. One way to delay senescence is to store the fruits in a refrigerated place using the proper packaging. The objective of this work was to evaluate the influence of different packages, environments and periods of conservation on rambutan fruit characteristics. Five different packages were tested (polypropylene carton, polystyrene carton, polypropylene bag without perforation, polypropylene bag with perforation and polystyrene tray wrapped with PVC film). The

fruits were evaluated every two days for a period of eight days of storage, in a refrigerated environment and at room temperature. The experimental design was completely randomized in a 5x2x4 factorial scheme (packing x environments x storage periods), with four replications. The following parameters were determined: epicarp mass (ME); seed mass (DM); soluble solids content (TSS); pulp yield (RP) and loss of fresh mass (PMF). The best statistical means were obtained for all the characteristics evaluated in terms of fruit quality, those stored in a refrigerated environment. In relation to the packaging, the unperforated polypropylene bag showed the lowest loss of fresh fruit mass at room temperature during the evaluation period. The variable fresh weight loss was selected as the best indicative of changes in the physical characteristics in rambutan post-harvest. The quality of rambutan fruits is influenced by the type of packaging, environments and storage periods, and the refrigerated environment is ideal for preserving fruit characteristics.

Keywords: *Nephelium lappaceum* L), tropical fruit, post-harvest, rambutan, exotic fruit, fruit quality.

Introdução

O rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) é uma fruta tropical originária do Sudeste Asiático, pertencente à família Sapindaceae, (Tindall, 1994). Sendo cultivada principalmente no estado da Bahia e Pará após a sua introdução no estado do Amazonas em 1980, encontrando condições ambientais favoráveis à sua adaptação (Sousa et al.,1994).

O fruto é uma drupa globosa ou oval, com pericarpo vermelho ou amarelo, com longos tricomas, têm um arilo comestível branco translúcido, adocicado, succulento e rico em vitamina C (Arenas et al., 2012). Os frutos são não climatéricos com pouca alteração nos sólidos solúveis totais ou acidez titulável após a colheita. Contém uma única semente de cor marrom é macia e crocante, e pode ser comestível.

O consumidor de fruta fresca procura por frutos de boa aparência, sendo o tamanho e a coloração fatores importantes, pois o maior consumo dessa fruta é *in natura*, porém pode ser utilizada na fabricação de geleias e compotas, e as sementes podem ser torradas para consumo como castanha (Sacramento et al., 2009). Todavia um dos maiores desafios na comercialização do rambutan é a alta perecibilidade e durabilidade do fruto em relação ao tempo de vida de prateleira. Uma maneira de atrasar a senescência é armazenar os frutos em local refrigerado. Essa alternativa propicia o aumento da vida de prateleira dos frutos. Esse procedimento, embora seja simples, conserva as características aceitáveis dos frutos para o mercado consumidor, pois reduz o metabolismo dos frutos. E segundo Perez & Pohlen (2004) o uso da embalagem adequada também é essencial na pós-colheita.

Portanto devido à rápida desidratação e o escurecimento fisiológico, necessita de melhores estudos em relação ao tempo de armazenamento e ao tipo de embalagens utilizadas visando à menor perda possível da qualidade do fruto para comercialização. O trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes embalagens, ambientes e períodos de conservação para manter a qualidade dos frutos de rambutan.

Material e Métodos

Os frutos de rambutan foram coletados em um pomar comercial localizado no município de Castanhal - Pará. Os frutos foram coletados no período da safra, estando maduros, prontos para a comercialização.

Após a coleta, os frutos foram transportados em caixas de polipropileno para o Laboratório de Frutíferas da Embrapa Amazônia Oriental onde foi realizada a seleção de acordo com a uniformidade da cor, tamanho e ausência de defeitos, e sanitizados para eliminar resíduos de colheita. Os frutos foram acondicionados nas embalagens de acordo com os tratamentos: caixa de polipropileno, caixa de poliestireno, saco de polipropileno sem perfuração, saco de polipropileno com perfuração e bandeja de poliestireno envoltas com filme PVC, e armazenados em quatro tempos diferentes: 2, 4, 6 e 8 dias após a colheita no ambiente refrigerado ($\pm 9\text{ }^{\circ}\text{C}$) e em temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Foram avaliadas as seguintes características, seguindo a metodologia adaptada proposta por Hojo et al. (2011) e Arenas et al. (2012) para: massa do epicarpo; massa da semente, determinada por meio da pesagem em balança semi-analítica, expresso em (g); sólidos solúveis totais, avaliado por meio do refratômetro digital cuja unidade de medida é expressa em ($^{\circ}\text{Brix}$), na escala de 0 a $32\text{ }^{\circ}\text{Brix}$ colocando uma gota de suco de arilo diretamente no leitor óptico; rendimento da polpa, obtido por meio da relação entre a massa da polpa e a massa do fruto multiplicado por 100; perda de massa fresca, efetuada com o uso de balança digital semi-analítica, para obtenção da massa dos frutos antes e após o tempo de avaliação de cada tratamento, em porcentagem de acordo com a fórmula:

$$\% \text{ perda de peso} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial de $5 \times 2 \times 4$ (embalagem x ambientes x períodos de armazenamento), com quatro repetições com cinco frutos totalizando 20 frutos por tratamento. Primeiramente os dados foram submetidos à análise preliminar para verificar se os mesmos atendiam às pressuposições da análise de variância (normalidade e homogeneidade da variância dos erros). Observou-se que os dados expressos em porcentagens não atendiam às pressuposições da análise de variância, sendo recomendada a transformação, portanto os dados obtidos em porcentagens foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$, e assim avaliados no programa ASSISTAT 7.7 Beta, submetidos à análise de variância Anova. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Pelos resultados da análise de variância, no que se refere à massa do epicarpo (quadro 1), o ambiente refrigerado foi superior para todas as embalagens quando comparado com a temperatura ambiente, o qual apresentou diferenças entre as embalagens, sendo a caixa de poliestireno eficiente para a preservação da massa do epicarpo no armazenamento de frutos. Tais resultados são fundamentados segundo Sacramento et al. (2009) devido ao uso de envoltórios, os quais são necessários para reduzir a perda de umidade dos frutos aumentando o tempo de prateleira pelo sistema de atmosfera modificada, sendo imprescindível a combinação do uso de embalagens adequadas armazenadas em baixas temperaturas.

Na avaliação da interação das embalagens aos ambientes quanto ao rendimento de polpa (quadro 2), não houve diferença entre as embalagens no ambiente refrigerado. Entretanto, em temperatura ambiente as embalagens saco de polipropileno sem perfuração e saco de polipropileno com perfuração tiveram 7,38% e 6,85%, respectivamente, de

rendimento de polpa, sendo superiores às demais. Considerando os dois ambientes na conservação e qualidade dos frutos o ambiente refrigerado foi superior em todas as embalagens utilizadas quando comparado com o não refrigerado.

Para Sacramento et al. (2009) os frutos de rambutan devem ser armazenados em local refrigerado para prolongar a vida útil pós-colheita. Segundo Chitarra & Chitarra (2005), a refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutos e hortaliças frescas. Sem o resfriamento, as deteriorações são mais rápidas devido à produção do calor vital e à liberação do CO₂ decorrentes da respiração. Portanto, a temperatura de armazenamento é um fator de grande relevância. A refrigeração é recomendada para muitos produtos, pois retarda a ação dos seguintes fatores: envelhecimento devido ao amadurecimento, conduzindo a mudanças na textura e na cor; mudanças metabólicas indesejáveis e produção do calor vital pela respiração; perda de umidade, acarretando murchamento; deterioração devido à incidência de bactérias e fungos e crescimento indesejável.

Para a perda de massa dos frutos de rambutan, houve interação entre embalagem x ambiente, embalagem x período e ambiente x período. Na interação embalagem e ambiente (quadro 3), os frutos armazenados na embalagem de polipropileno e bandeja de poliestireno com filme PVC obtiveram uma maior perda de massa em média de 2,91%; 2,76% respectivamente, contrariamente o saco de polipropileno sem perfuração teve a menor média de 1,48% em temperatura ambiente, já no ambiente refrigerado não houve diferença estatística entre as embalagens. Comparando os ambientes, no refrigerado às embalagens de polipropileno, caixa de poliestireno e bandeja de poliestireno envolto com filme PVC, houve uma redução na perda de massa relacionada com a temperatura ambiente.

Tais resultados são semelhantes aos encontrados por Srilaong et al. (2002), também observaram que os frutos de rambutan embalado com polipropileno em ambiente refrigerado propiciou a redução da perda de massa. Por sua vez, Arenas et al. (2012) também observaram diferenças estatísticas em perda de peso em frutos de rambutan por efeito de tratamentos de embalagens e temperaturas de armazenamento. Estes resultados podem ser explicados, segundo Hojo et al. (2011), devido à proteção plástica contribuir para a redução da perda de massa pelos frutos, pois minimiza o déficit de pressão de vapor entre os frutos e a atmosfera, consequentemente, limitando a perda de água por transpiração.

No quadro 4, consta a interação dos fatores embalagem x período para a perda de massa. No geral, a perda de massa aumentou conforme o período de armazenamento relacionado às embalagens que foram acondicionadas. Nos frutos armazenados nas embalagens de polipropileno e bandeja de poliestireno com filme PVC, as perdas de massa fresca foram maiores durante todo o período de armazenamento. Observa-se que no 8º dia, os frutos armazenados em embalagem de polipropileno apresentaram maior perda de massa fresca, enquanto que no saco de polipropileno sem perfuração, os frutos apresentaram menor perda de massa em comparação às demais embalagens. Analisando os ambientes, nos períodos de armazenamento (quadro 5), nota-se um aumento da perda de massa fresca nos frutos ao longo do período de armazenamento de 1,9% no ambiente refrigerado e de 3,05% em temperatura ambiente a 25 °C.

Nagar (1994) reportou resultados similares, em lichia, obtendo perda de massa fresca em torno de 13% durante 10 dias de armazenamento a 25 °C e 80% UR. Segundo Arenas et al. (2012), a perda de massa no fruto de rambutan apresenta alteração devido à

perda de água, que ocorre principalmente através dos estômatos, pois aumenta a taxa da respiração dos frutos armazenados em temperatura ambiente e conseqüentemente, armazenando em temperaturas mais baixas, ocorre a redução da respiração, e uma diminuição nas perdas relacionadas à qualidade do fruto (Chitarra & Chitarra, 2005).

Na interação das embalagens x ambiente para massa da semente (quadro 6), verificou-se que, em temperatura ambiente, as embalagens de saco de polipropileno sem perfuração e com perfuração evidenciaram menor massa de semente. Por sua vez, na bandeja de poliestireno com filme PVC, houve maior massa da semente e, em ambiente refrigerado, não houve alteração para essa variável. Observa-se no quadro 7 a interação entre ambiente e período de armazenamento para a mesma variável, onde houve aumento na massa da semente ao longo do período de armazenamento em temperatura ambiente. Verifica-se que os frutos armazenados na embalagem de bandeja de poliestireno com filme PVC tiveram maior perda de massa e maior média na massa da semente. Em contrapartida, o saco de polipropileno sem perfuração propiciou a menor perda de massa e menor massa de semente. Por outro lado, sob condições de período longo de armazenamento, notou-se que enquanto a massa do fruto foi reduzindo houve incremento para a massa da semente. Tais resultados podem ter ocorrido devido à desidratação ocorrida na massa do fruto e à água absorvida pela semente do fruto.

Avaliando o teor de sólidos solúveis, houve interação quanto ao ambiente e o período de armazenamento, no ambiente refrigerado não houve variação para esta característica durante o armazenamento. De outra parte, observa-se que na temperatura ambiente notou-se que o teor de sólidos solúveis variou de 19,86 °Brix para 10,00 °Brix, reduzindo gradualmente a partir do 6º dia do período de avaliação (quadro 8). Esses resultados são confirmados por Nampan et al. (2006), os quais relataram que o conteúdo de °Brix dos frutos de rambutan armazenados em ambiente refrigerado, se manteve constante durante o armazenamento, provavelmente porque baixas temperaturas retarda o metabolismo. Segundo Aguila (2009), o aumento da temperatura no período de armazenamento, contribui para a diminuição da vida útil do fruto, sendo fundamental reduzir a taxa de respiração, a produção de etileno e a transpiração.

Hojo et al. (2011) também não encontraram variação no teor de sólidos solúveis na polpa dos frutos de lichia armazenadas em ambiente refrigerado com o uso de diferentes embalagens, observando que a alteração ao longo dos períodos de armazenamento está relacionada com a desidratação nas células do fruto, resultando no aumento do pH. Os resultados deste trabalho diferem do observado por Arenas et al. (2012), onde avaliando frutos de rambutan em atmosfera modificada, observaram redução do °Brix em temperaturas de 10 °C e 20 °C.

Conclusões

A variável perda de peso foi selecionada como o melhor indicativo de mudanças pós-colheita em rambutan.

O saco de polipropileno sem perfuração se mostrou a embalagem ideal, para melhor conservação das características requeridas pelo mercado, com menor perda de massa e maior rendimento de polpa de fruto.

A qualidade dos frutos de rambutan é influenciada pelo tipo de embalagem, ambientes e períodos de armazenamento, sendo o ambiente refrigerado o ideal para preservação das características dos frutos.

Referências

- Aguila, J.S. de. 2009. Conservação pós-colheita de lichia (*Litchi chinensis* Sonn.). 163 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- Chitarra, M.I.F. & Chitarra, A.B. 2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2 ed., Lavras: Ed UFLA. 785p.
- Hernández-Arenas, M., Nieto-Ángel, D., Martínez-Damián, M.T., Teliz Ortiz, D., Nava Díaz, C., Bautista Martínez, N. 2012. Almacenamiento postcosecha de rambutan en dos temperaturas y atmósferas modificadas *Interciencia* 37(7):542-546.
- Hojo, E.T.D., Durigan, J.F. & Hojo, R.H. 2001. Uso de embalagens plásticas e coberturas de quitosana na conservação pós-colheita de lichias. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33(1):377-383.
- Nagar, P.K. 1994. Physiological and biochemical studies during fruit ripening in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). *Postharvest Biology and Technology* 4:225-234.
- Nampan, K., Techavuthiorn, C. & Kanlayanarat, S. 2006. Hydrocooling improves quality and storage life of Rong Rei ñ rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) fruit. *Acta Hort.* 712:763-769.
- Perez, R.A. & Pohlan, A. 2004. Practicas de cosecha y postcosecha del rambutan enel Soconusco, Chiapas, México. *LEISA Revista de Agroecología* 20(3):1-5.
- Sacramento, C.K., Luna, J.V.U., Müller, C.H., Carvalho, J.E.U. & Nascimento, W.M.O. 2009. Rambotã. In: Santos-Serejo, J.A. et al. (Org.). *Fruticultura tropical: espécies nativas e exóticas*. Brasília: EMBRAPA, cap. 18.
- Sousa, N.R., Fialho, J.de F. & Lima, H.C.de. 1994. Potencial do rambutan (*Nephelium lappaceum*, L.) na produção de frutos do Estado do Amazonas. In: Congresso Brasileiro De Fruticultura, 13. Salvador. Resumos. Salvador, SBF, 1994. v.3, p.1149.
- Srilaong, V., Kanlayanarat, S. & Tatsumi, Y. 2002. Changes in commercial quality of “RongRieng” rambutan in modified atmosphere packaging. *Food Sci. Technol. Res.* 8:337-341.
- Tindall, H.D., Menini, U.G. & Hodder, A.J. 1994. Rambutan cultivation. United Kindom: FAO Plant Production And Protection Paper 1211. p.1. [https://books.google.com.br/books:Rambutan cultivation Tindall](https://books.google.com.br/books:Rambutan%20cultivation%20Tindall).

Quadro 1 - Interação entre os fatores: embalagem x ambiente para a característica massa do epicarpo em frutos de rambutan.

Embalagem

Massa do epicarpo (g)

	Ambiente refrigerado	Temperatura ambiente
Embalagem polipropileno	13,31 Aa	9,10 cB
Caixa de poliestireno	13,94 Aa	13,35 aA
Saco de polipropileno s/p	14,40 Aa	10,47 bcB
Saco de polipropileno c/p	14,37 Aa	10,83 bB
Bandeja de poliestireno c/ filme PVC	14,51 Aa	11,13 bB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 2 - Interação entre os fatores: embalagem x ambiente para a característica rendimento de polpa (%) em frutos de rambutan.

Embalagem	Rendimento de polpa (%)	
	Ambiente refrigerado	Temperatura ambiente
Embalagem polipropileno	7,84 aA	5,51 bB
Caixa de poliestireno	8,55 aA	5,29 bB
Saco de polipropileno s/p	8,24 aA	7,38 aB
Saco de polipropileno c/p	7,72 aA	6,85 aB
Bandeja de poliestireno c/ filme PVC	8,39 aA	5,36 bB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 3 - Interação entre os fatores: embalagem x ambiente para a característica perda de massa fresca (%) em frutos de rambutan.

Embalagem	Perda de Massa Fresca (%)	
	Ambiente refrigerado	Temperatura ambiente
Embalagem polipropileno	1,80 aB	2,90 aA
Caixa de poliestireno	1,48 aB	2,12 bA
Saco de polipropileno s/p	1,55 aA	1,48 cA
Saco de polipropileno c/p	1,67 aA	1,97 bA
Bandeja de poliestireno c/ filme PVC	1,86 aB	2,76 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 4 - Interação entre os fatores: embalagem x período de armazenamento (dois, quatro, seis e oito dias de armazenamento) para perda de massa fresca em frutos de rambutan.

Embalagem	Perda de massa fresca (%)			
	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4

Embalagem polipropileno	1,47 aC	2,04 abBC	2,60 aB	3,32 aA
Caixa de poliestireno	1,12 aC	1,59 bBC	1,93 bcB	2,56 bA
Saco de polipropileno s/p	1,06 aB	1,92 abA	1,75 cA	1,34 cAB
Saco de polipropileno c/p	1,30 aC	1,92 abAB	1,70 cBC	2,37 bA
Bandeja de poliestireno c/ filme PVC	1,57 aC	2,25 aB	2,56 abAB	2,86 abA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 5 - Interação entre os fatores: ambiente x período de armazenamento (dois, quatro, seis e oito dias de armazenamento) para perda de massa em frutos de rambutan.

Ambiente	Perda de massa fresca (%)			
	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
Ambiente refrigerado	1,21 aB	1,77 bA	1,78 bA	1,92 bA
Temperatura Ambiente	1,39 aC	2,12 aB	2,43 aB	3,06 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 6 - Interação entre os fatores: embalagem x período de armazenamento (dois, quatro, seis e oito dias de armazenamento) para massa da semente de frutos de rambutan.

Embalagem	Massa da semente (g)	
	Ambiente refrigerado	Temperatura ambiente
Embalagem polipropileno	1,3525 aA	1,1888 bcA
Caixa de poliestireno	1,3850 aA	1,4163 abA
Saco de polipropileno s/p	1,3538 aA	0,9863 cB
Saco de polipropileno c/p	1,3213 aA	1,0338 cB
Bandeja de poliestireno c/ filme PVC	1,4213 aA	1,4500 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 7 - Interação entre os fatores: ambiente x período de armazenamento (dois, quatro, seis e oito dias de armazenamento) para massa da semente em frutos de rambutan.

Ambiente	Massa da semente (g)			
	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
Ambiente refrigerado	1,2940 aA	1,3920 aA	1,3910 aA	1,3900 aA
Temperatura Ambiente	0,9540 bB	1,2390 bA	1,2400 aA	1,4270 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 8 – Interação entre os fatores: ambiente x período de armazenamento (dois, quatro, seis e oito dias de armazenamento) para sólidos solúveis totais em frutos de rambutan.

Ambiente	Sólidos solúveis totais (°Brix)			
	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
Ambiente refrigerado	22,42 aA	20,78 aA	20,65 aA	20,41 Aa
Temperatura Ambiente	19,86 bA	18,94 aA	14,76 bB	10,00 Bc

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliação de frutos de bacabizeiro cultivados em sistema agroflorestal

Thayane Ferreira Miranda¹, Antônia Benedita da Silva Bronze¹, Milton Guilherme da Costa Mota¹, Dênmora Gomes de Araujo¹, Eladivan Bandeira de Souza¹, Brenda Karina Rodrigues da Silva¹, Socorro Taynara Braga Cristo¹, Arthur Simões Taverny¹ & Wallace José Carvalho Mendes

¹Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém - Pará, thyanef.miranda@gmail.com

Resumo

O bacabizeiro é uma espécie nativa da região amazônica pertencente às palmeiras do gênero *Oenocarpus* e possui grande potencial para produção de frutos e palmito. Seus frutos são produzidos em cachos, possuindo excelente sabor, qualidade nutricional e polpa com expressiva relevância para o uso na agroindústria alimentícia, no entanto, poucos são os estudos referentes a domesticação da espécie, como exemplo a avaliação de matrizes potenciais para cultivo comercial. O objetivo deste trabalho foi avaliar os caracteres agrônomicos relacionados a produção de frutos em progênes de bacabizeiros, contribuindo para a seleção de plantas com potencial produtivo para cultivo racional da espécie. Neste trabalho foram avaliadas 25 progênes de polinização aberta de bacabizeiros cultivadas em sistema agroflorestal, na comunidade de Campo Limpo localizada no Município de Santo Antônio do Tauá-Pará, as quais foram implantadas em delineamento experimental em blocos casualizados com duas repetições e parcelas lineares com cinco plantas por progênie, utilizando espaçamento de 4 m x 4 m entre plantas e linhas. O estudo foi desenvolvido no período de janeiro de 2015 quando as progênes se encontravam no seu terceiro ano de produção. Os dados avaliados para os cachos foram: massa do cacho, massa da ráquila, massa total dos frutos, número de ráquila por cacho, número de frutos por ráquila. E para os caracteres dos frutos: diâmetro lateral, diâmetro transversal, massa do fruto, massa da semente, massa da polpa e rendimento de polpa por progênie. O experimento utilizado foi inteiramente casualizado com 25 tratamentos (progênes), em duas repetições no total de dois cachos por progênie. E para análise dos frutos por progênie, foram utilizados 50 frutos de cada planta em cinco repetições. Os genótipos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), para todas as análises realizadas. A partir dos resultados foi possível observar alta variabilidade genética para as características relacionadas ao cacho e aos frutos.

Palavras-chave: *Oenocarpus mapora*, Arecaceae, progênie, frutífera, seleção.

Abstract

Evaluation of fruits of bacabis tree cultivated in agroforestry system.

The bacabis tree is a native species of the Amazon region belonging to the palm of the genus *Oenocarpus* and has great potential for fruit production and palmetto. Its fruits are produced in bunch, having excellent taste, nutritional quality and pulp with significant relevance for use in the food agroindustry, however it is necessary to evaluate potential matrices for commercial cultivation. The objective of this work was to evaluate the agronomic characters related to fruit production in bacabis tree progenies, contributing to the selection of plants with productive potential for rational cultivation of the species. In this work, 25 progenies of open pollination of bacabis tree cultivated in an agroforestry system were evaluated in the community of Campo Limpo located in the municipality of Santo Antônio do Tauá-Pará, which were implanted in a randomized complete block design with two replicates and five linear plots plants by progeny, using spacing of 4 m x 4 m between plants and lines. The study was developed in the period of January 2015 when the progenies were in their third year of production. The evaluated data for the bunch were:

mass of the bunch, mass of the rachis, total mass of the fruits, number of rachis per bunch, number of fruits per rachis. And for the characters of the fruits: lateral diameter, transverse diameter, fruit mass, seed mass, pulp mass and pulp yield per progeny. The experiment used was completely randomized with 25 treatments (progenies), in 2 replicates in the total of two bunches per progeny. And for fruit analysis by progeny, 50 fruits of each plant were used in 5 replicates. The genotypes presented significant differences ($p < 0.05$) for all analyzes. From the results it was possible to observe high genetic variability for the characteristics related to the bunch and fruits.

Keywords: *Oenocarpus mapora*, Arecaceae, progeny, fruitful, selection.

Introdução

Bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karsten) é uma espécie nativa da Região Amazônica pertencente às palmeiras do gênero *Oenocarpus*, com grande potencial para a produção de frutos e palmito. É considerada uma espécie em processo de domesticação, sendo a polpa dos frutos muito valorizada e com características de boa qualidade para ser utilizada como matéria prima na indústria alimentícia para a produção de sorvetes, geleias, picolés e licores (Domingues et al., 2014).

No entanto, os parâmetros econômicos de mercados local e regional de frutos da bacabi ainda são abastecidos pela exploração extrativista envolvendo comunidades amazônicas que moram próximas aos locais de ocorrência dessa palmeira ou quintais produtivos. Contudo, para se atender a um volume maior de produção, a tendência é estabelecerem-se cultivos racionais, por meio da agricultura familiar ou como componente de sistemas agroflorestais (Clement, 2001).

Por serem plantas nativas, esperam-se encontrar entre as populações naturais, variações importantes para precocidade, produtividade, tamanho e formato dos frutos, coloração do epicarpo e mesocarpo, espessura da polpa, percentagem de óleo, composição de ácidos graxos e qualidade proteica. Essas espécies apresentam barreiras que terão de ser superadas para alcançar a domesticação e, conseqüentemente, maior produtividade, daí a importância de se conhecer a variabilidade existente. A avaliação da variabilidade genética pode ser efetuada por várias formas, seja por meio de caracteres morfológicos (vegetativos, floração, frutificação e agrônômicos) ou por marcadores moleculares (Oliveira, 2005).

A palmeira *Oenocarpus mapora* H. Karsten tem sido tema de estudo em vários trabalhos que estão sendo desenvolvidos em comunidades locais, como em Campo Limpo em Santo Antônio do Tauá-PA, para o desenvolvimento do processo de domesticação e cultivo racional dessa espécie (Silva et al., 2009). Portanto faz-se necessário a avaliação do desenvolvimento de progênies e avaliação na produção de frutos em campo para a seleção de plantas superiores e com potencial produtivo, para uso em cultivos racionais.

O objetivo foi avaliar as características morfoagronômicas relacionadas a produção de frutos em progênies de bacabizeiro cultivados em sistema agroflorestal, contribuindo para a seleção de plantas com potencial produtivo para cultivo racional da espécie.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na comunidade de Campo Limpo, localizada no Município de Santo Antônio do Tauá-Pará (1° 09'06" S, 48° 08'00" W). A avaliação envolveu 25 progênies de polinização aberta de bacabizeiros cultivadas em sistema agroflorestal, as

quais foram implantadas em delineamento experimental em blocos casualizados com duas repetições e parcelas lineares com cinco plantas por progênie, utilizando espaçamento de 4m x 4m entre plantas e linhas. As características agrônômicas avaliadas estão relacionadas ao cacho e os frutos, a avaliação ocorreu no período de janeiro de 2015 quando as progênies se encontravam no seu terceiro ano de produção.

Os caracteres relacionados ao cacho foram: massa do cacho (MC): obtido pela média do peso de dois cachos colhidos, a pesagem foi feita em balança tipo prato, com capacidade de 20kg; expresso em quilogramas; massa das ráquias (MR): obtido pela média do peso das ráquias presente nos cachos; massa total dos frutos (MTF): determinado pela média do peso dos frutos de dois cachos; número de ráquias por cacho (NRC): obtido pela média de dois cachos colhidos, por meio da contagem das ráquias existentes em cada cacho; número de frutos por ráquila (NFR): foi realizado a contagem de frutos por ráquila. Após a contagem foram selecionados ao acaso 50 frutos para a avaliação dos seguintes caracteres: diâmetro lateral do fruto (DL): determinado pela média das mensurações feitas no sentido longitudinal, a partir do ponto de inserção dos restos florais (cálice e corola) até o vestígio de estigma;; diâmetro transversal do fruto (DT): determinado pela média das mensurações feitas no sentido transversais mensurações biométricas foram realizadas com paquímetro digital e os resultados expressos em milímetros; massa do fruto (MF): determinado pela média do peso de cinquenta frutos; massa da semente (MS): obtido pela média do peso de cinquenta sementes, logo após a retirada do epicarpo mais mesocarpo. Para ambos os caracteres utilizou-se balança de precisão e os resultados foram expressos em gramas; massa da polpa (MP): obtido pela diferença entre os caracteres MF e MS, expresso em gramas e rendimento de polpa por fruto (% RPF) obtido através da fórmula $RPF(\%) = \frac{MF-MS}{MF} * 100$; segundo metodologia adaptada de Oliveira (2005).

Para a avaliação dos cachos, foram selecionados dois cachos por progênie sendo realizado a pesagem dos cachos para obter a massa total, o mesmo procedimento foi realizado para os demais caracteres analisados. E para análise dos frutos por progênie, foram utilizados 50 frutos de cada planta em cinco repetições. Os frutos selecionados foram medidos com o auxílio de um paquímetro, para obter os dados do (DL) e (DT). O experimento se deu em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com vinte e cinco tratamentos (progênies) e duas repetições (cachos). Os dados foram analisados no programa ASSISTAT 7.7 beta, submetidos a análise de variância. Utilizou-se o teste de Skott-Knott para fazer o agrupamento das matrizes de acordo com a variabilidade das mesmas.

Resultados e Discussão

Foram encontradas diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste *F* para as vinte e cinco progênies avaliadas em relação aos caracteres do cacho e dos frutos. Pela análise de todos os caracteres relacionados aos cachos, as vinte e cinco progênies foram agrupadas em treze grupos distintos (quadro 1). Para os caracteres dos frutos foram obtidos dez grupos (quadro 2), mostrando alta variabilidade entre as progênies.

De acordo com o (quadro 1), no que se refere a massa do cacho (MC) e massa total dos frutos (MTF), as progênies 1 e 25 obtiveram as melhores médias 11,95 kg e 12,12 kg para massa do cacho 10,28 kg e 10,12 kg para massa do fruto respectivamente. Oliveira & Moura (2010) trabalhando com 27 genótipos de bacabi estabelecidos no Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental (Belém, Pará), obtiveram resultados

inferiores a este trabalho quando avaliaram peso total de cachos, alcançando no máximo 3 kg, dos quais 2,5 kg são representados pelos frutos. Estes relatam que por se tratar de uma espécie não domesticada.

Analisando a variável massa da ráquis (MR), as progênes que apresentaram maiores médias foram as progênes 2, 3, 4 e 19. Em relação ao número de ráquias por cacho (NRC), foram encontrados valores elevados, com médias de 103,5; 101,5; 101 e 100 unidades para as progênes 21, 16, 2 e 8 respectivamente. Maciel et al. (2015) e Oliveira & Moura, (2010) encontram resultados inferiores para número de ráquias em genótipos de bacabizeiros com médias de 49,6 e 45,17 unidades de ráquias por cacho, respectivamente. Quanto ao número de frutos por ráquila (NFR), esta é uma variável de extrema importância, pois dependendo da quantidade de frutos que cada ráquila possui, irá influenciar diretamente na massa do cacho, nas progênes avaliadas o número de frutos por ráquila variaram de 63,30 da progênie 17 a 10,30 frutos/ráquila da progênie 11.

Para Berton (2013), o caráter número de cachos é um dos principais descritores para seleção de genótipos superiores. Além do número de cachos, deve-se levar em conta o número de frutos por cacho, sua massa, bem como a estabilidade da produção ao longo dos anos.

Os caracteres avaliados em frutos de progênes de bacabizeiro (quadro 2), os frutos apresentaram diâmetro lateral (DL) com valores significativos para as progênes 21 (23,98 mm), 11 (22,95 mm), 24 (22,66 mm), 9 (22,36 mm), 19 (22,32 mm) e 23 (22,02 mm). Para o diâmetro transversal (DT), apenas sete progênes obtiveram resultados superiores em relação as demais progênes avaliadas; sendo a progênie 14 (20,88 mm), 9 (20,16 mm), 21 (19,62 mm), 19 (19,34 mm), 18 (19,01 mm), 4 (18,87 mm) e 22 (18,74 mm). Com relação as duas variáveis abordadas, as progênes 9, 19 e 21 obtiveram melhores médias para as características.

Para as variáveis massa do fruto (MF), massa da semente (MS) e massa da polpa (MP), a progênie 21 apresentou valores significativos para as três variáveis sendo 6,09, 3,60 e 2,49 g respectivamente. O resultado para MF encontrado no trabalho foi superior aos dados encontrados por Oliveira & Moura (2010) avaliando as mesmas características em genótipos de bacabizeiros, relatando peso médio de frutos alcançando 4,46 g.

No que se refere ao rendimento de polpa por fruto (RPF), a progênie 4 alcançou o maior rendimento em relação as demais progênes avaliadas com 58,99 %. Considerando rendimento de polpa como uma característica importante para o uso na agroindústria de polpas, as 25 progênes apresentaram variação entre 32,08 a 58,99 %, o que demonstra uma ampla variabilidade para uso na seleção de materiais promissores para cultivo racional do bacabizeiro. Não foram encontrados trabalhos relacionados ao rendimento de polpa de frutos de bacabi. No entanto segundo estudo de Cruz junior (2016) analisando frutos de açazeiros *Euterpe oleracea* obteve rendimentos de polpa de 24,86 %, sendo esse valor inferior aos encontrados para as 25 progênes avaliadas de bacabi neste estudo. Contudo para Oliveira & Moura (2010) o bacabizeiro ainda não possui um padrão de frutos definido para produção comercial, sendo o ideal para o mercado de frutos, palmeiras com cachos acima de 3 kg e que tenham alto rendimento de frutos (acima de 60%) e seus frutos com peso abaixo de 4 g. Para tanto aos caracteres avaliados neste trabalho indicam o potencial produtivo que essas progênes apresentam, sendo relevantes esses fatores na seleção de progênes para utilização em cultivos racionais.

Conclusões

As progênes avaliadas apresentaram alta variabilidade para todas as características avaliadas com maiores médias de massa do cacho e massa do fruto para as progênes 1 e 25 tendo representatividade para a seleção de progênes potenciais para cultivo racional.

Os frutos avaliados nas 25 progênes demonstraram altos rendimentos de polpa, característica desejável pelo mercado, sendo promissores para possível seleção para cultivo comercial e na agroindústria.

Referências

- Berton, L.H.C. 2013. Avaliação de populações naturais, estimativas de parâmetros genéticos e seleção de genótipos elite de macaúba (*Acrocomia aculeata*). Tese Doutorado em Genética, Melhoramento e Biotecnologia Vegetal.
- Clement, C.R. 2001. Melhoramento de espécies nativas. In: Nass, L.L., Valois, A.C.C., Melo, I.S. de, Inglis, M.C.V. Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: Fundação MT 423-441.
- Cruz Junior, F.O. 2016. Caracterização morfológica e da produção de frutos de populações de açazeiros estabelecidas em Mazagão-Amapá. Dissertação (mestrado) Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical 1-78.
- Domingues, A.F.N., Carvalho, A.V. & Barros, C.R. 2014. Caracterização físico-química da polpa de bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karsten). Boletim de Pesquisa Belém: Embrapa-CPATU 88:1-20.
- Maciel, A.R.N.A., Oliveira, M.S.P., Brandão, C.P., Mendes, G.G.C. 2015. Avaliação cachos em genótipos de *Oenocarpus mapora* Karsten. VII Encontro Amazônico de Agrárias.
- Oliveira, M.S.P. 2005. Caracterização molecular e morfo-agronômica de germoplasma de açazeiro. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Tese Universidade Federal de Lavras.
- Oliveira, M.S.P. & Fernandes, G.L.C. 2001. Repetibilidade de caracteres do cacho de açazeiro nas condições de Belém-PA. Revista Brasileira de Fruticultura 3:613-616.
- Oliveira, M.S.P. & Moura, E.F. 2010. Repetibilidade e número mínimo de medições para caracteres de cacho de bacabi (*Oenocarpus mapora*). Revista Brasileira de Fruticultura 4:1173-1179.
- Silva, R.A.M., Mota, M.G.C. & Neto, J.T.F. 2009. Emergência e crescimento de plântulas de bacabi (*Oenocarpus mapora* Karsten) e bacaba (*Oenocarpus distichus* Mart.) e estimativas de parâmetros genéticos 39:601-608.

Quadro 1 - Caracteres avaliados em cachos na produção de frutos, massa do cacho (MC), massa das ráquias (MR), massa total dos frutos (MTF), número de ráquias por cacho (NRC), número de frutos por ráquila (NFR). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($p < 0,01$).

Progênie	MC (kg)	MTF (kg)	MR (kg)	NRC	NFR
1	11,95 a	10,28 a	1,54 b	72,50 h	55,80 b
2	6,30 g	4,11 e	1,96 a	101,00 b	24,80 f
3	6,97 f	4,91 e	1,79 a	86,00 e	22,80 g
4	5,93 h	4,02 e	1,79 a	67,50 i	21,60 g
5	7,47 e	6,13 d	1,21 c	72,50 h	28,80 e
6	4,90 i	3,35 f	1,03 c	63,00 l	15,70 i
7	6,66 f	5,26 d	1,13 c	70,50 h	35,20 c
8	7,15 e	5,66 d	1,06 c	100,00 b	36,25 c
9	5,09 i	3,62 f	1,40 c	87,00 e	14,20 i
10	5,58 h	4,04 e	1,17 c	85,50 e	16,20 i
11	2,55 m	2,79 g	1,04 c	67,50 i	10,30 j
12	2,33 m	1,72 h	0,62 d	65,50 j	14,30 i
13	2,92 l	2,11 h	0,78 d	61,50 l	13,30 i
14	3,43 l	2,21 h	1,54 b	57,50 m	15,70 i
15	10,11 c	8,12 c	1,69 b	99,50 b	29,10 e
16	6,31 g	4,51 e	1,58 b	101,50 b	19,00 h
17	9,37 d	7,62 c	1,21 c	66,00 j	63,30 a
18	3,28 l	2,85 g	0,72 d	68,50 i	13,30 i
19	7,37 e	5,13 d	1,96 a	82,50 f	20,30 h
20	4,78 i	3,70 f	0,94 d	73,50 g	21,05 g
21	11,52 b	9,31 b	1,28 c	103,50 a	32,20 d
22	4,13 j	2,87 g	1,10 c	53,00 n	23,95 f
23	6,02 h	4,64 e	1,12 c	75,50 g	21,75 g
24	7,12 e	5,74 d	1,12 c	91,00 d	20,90 g
25	12,12 a	10,12 a	1,49 b	95,50 c	25,65 f
F	5,29 **	78,94 **	39,42 **	637,27 **	1293,48 **
CV(%)	2,68	7,74	11,42	1,09	2,01

Quadro 2 - Caracteres avaliados em frutos de progênies de bacabizeiro, diâmetro longitudinal do fruto (DL), diâmetro transversal do fruto (DT), massa do fruto (MF), massa da semente (MS), massa da polpa (MP), rendimento de polpa por fruto (RPF). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($p < 0,01$).

Progênie	DL (mm)	DT (mm)	MF (g)	MS (g)	MP (g)	RPF (%)
1	19,04 c	16,73 b	3,83 f	2,51 d	1,31 g	34,27 g
2	19,09 c	16,70 b	3,22 h	1,93 f	1,28 g	39,86 e
3	19,76 c	16,25 b	3,74 f	2,20 e	1,54 e	41,01 d
4	20,65 b	18,87 a	4,35 e	1,78 g	2,57 a	58,99 a
5	20,08 c	16,42 b	3,26 h	1,91 f	1,38 g	42,48 c
6	15,31 e	12,21 d	2,53 l	1,54 h	0,99 i	38,85 e
7	19,48 c	16,88 b	3,61 g	2,18 e	1,42 f	39,00 e
8	18,08 d	15,03 c	2,38 l	1,55 h	0,83 j	34,75 g
9	22,36 a	20,16 a	5,78 b	3,44 a	2,33 b	40,25 d
10	17,51 d	13,99 c	3,09 i	1,93 f	1,16 h	37,61 f
11	22,95 a	18,18 b	4,43 e	2,72 c	1,71 d	38,64 e
12	19,24 c	16,94 b	3,58 g	2,11 e	1,46 f	40,80 d
13	16,10 e	13,24 d	3,59 g	2,11 e	1,48 f	41,16 d
14	19,33 c	20,88 a	4,45 e	2,91 b	1,53 e	34,50 g
15	19,83 c	18,08 b	4,42 e	2,77 c	1,64 d	37,16 f
16	19,18 c	14,34 c	2,73 j	1,73 g	0,99 i	36,36 f
17	18,12 d	14,55 c	2,57 l	1,74 g	0,83 j	32,08 h
18	21,24 b	19,01 a	4,95 c	3,00 b	1,95 c	39,27 e
19	22,32 a	19,34 a	5,80 b	3,52 a	2,27 b	39,16 e
20	17,08 d	15,38 c	2,98 i	1,81 g	1,17 h	39,11 e
21	23,98 a	19,62 a	6,09 a	3,60 a	2,49 a	41,02 d
22	20,23 c	18,74 a	4,42 e	2,93 b	1,48 f	33,31 h
23	22,02 a	18,18 b	4,67 d	3,02 b	1,64 d	35,22 g
24	22,66 a	17,62 b	4,55 e	2,64 d	1,90 c	41,78 d
25	20,40c	17,61 b	4,79 d	2,60 d	2,19 b	45,69 b
F	18,82**	11,84**	217,08**	199,58**	146,42**	57,71**
CV (%)	7,90	12,06	5,59	5,82	8,18	5,50

Potencial sensorial, nutricional e funcional de diferentes tipos de citros

Maria Paula Pimenta Vilas Boas¹, Laís de Araújo Belico, Juliana Pinto de Lima & Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil, mariapaula.pvb@gmail.com

Resumo

Os citros, de origem asiática, foram introduzidos no Brasil ainda no período colonial. É o segmento da fruticultura que mais se destaca no mundo. A qualidade dos frutos cítricos é de extrema importância para sua aceitação, sendo que suas características internas e externas devem ser consideradas visando uma melhor qualidade sensorial. Além disso, a busca por alimentos que contribuem para a obtenção de uma saúde adequada tem aumentado significativamente em todo o mundo. As recomendações de dietas para uma vida saudável são unânimes, e as cultivares cítricas, por representarem excelentes fontes de fibras, vitaminas, minerais e fitonutrientes, contribuindo efetivamente para uma boa nutrição e a prevenção de doenças crônico-degenerativas. Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa foi analisar características físico-químicas de oito cultivares cítricas. Foi possível observar que de uma forma geral as cultivares cítricas avaliadas demonstraram alta variabilidade significativa entre si em relação às características pós-colheita avaliadas.

Palavras-chave: antioxidantes, fenólicos, vitamina C, sólidos solúveis, acidez titulável.

Abstract

Sensorial, nutritional and functional potential of different types of citrus.

Citrus, with Asian origin, was introduced in Brazil in the colonial period. It is the segment of fruit growing that has shown the greatest growth in the world. The quality of the citrus fruits is extremely important for their acceptance, and their internal and external characteristics must be considered, aiming at a better sensorial quality. In addition, the search for food that contributes to obtaining adequate health has increased significantly throughout the world. Recommendations for healthy diets are unanimous, and citrus are excellent sources of fiber, vitamins, minerals and phytonutrients, effectively contributing to good nutrition and the prevention of chronic degenerative diseases. Therefore, the objective of this research was to analyze the physico-chemical characteristics of eight citrus. It was possible to observe that in general the citrus evaluated showed a high significant variability among them in relation to the post-harvest characteristics evaluated.

Keywords: antioxidants, phenolics, vitamin C, soluble solids, titratable acidity.

Introdução

As plantas cítricas, de origem asiática, foram introduzidas no Brasil pelas primeiras expedições colonizadoras, provavelmente na Bahia. Entretanto aqui, com melhores condições para vegetar e produzir do que nas próprias regiões de origem, as culturas cítricas se expandiram para todo o país. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de frutas cítricas, sendo a laranja, a tangerina e a lima-ácida as mais produzidas. Anualmente,

cerca de quatro milhões de toneladas de laranja são destinadas ao mercado de fruta *in natura*, no Brasil (AGRIANUAL, 2012).

As características de qualidade dos frutos cítricos são de extrema importância para uma boa comercialização, seja para o consumo *in natura* ou para o processamento industrial. Os atributos de qualidade dos produtos dizem respeito a sua aparência, sabor, aroma, textura, valor nutritivo e segurança. Desde o produtor até o consumidor, o grau de importância desses atributos, individuais ou em conjunto, depende dos interesses particulares de cada segmento (CHITARRA, 1994). Os atributos sensoriais, como aroma, sabor, textura e cor, são influenciados significativamente pela composição química dos frutos, principalmente, pelos ácidos, açúcares e compostos fenólicos (NETO et al., 2011).

Ressalta-se que a busca por alimentos que contribuem para a obtenção de uma saúde adequada tem aumentado significativamente em todo o mundo. As recomendações de dietas para uma vida saudável são unânimes quanto à inclusão ou ao aumento no consumo de frutas e hortaliças, por representarem excelentes fontes de fibras, vitaminas, minerais e fitonutrientes, contribuindo efetivamente para uma boa nutrição e a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. Nesse aspecto, as cultivares cítricas ganham destaque perante o consumidor face às propriedades benéficas que apresentam.

O presente trabalho teve como objetivo analisar e comparar variáveis físico-químicas e químicas de oito cultivares cítricas, a saber: laranjas ‘Bahia’ e ‘Lima’, lima-da-Pérsia, tangerina ‘Poncã’ e ‘Rio’, tangor ‘Murcote’, limão ‘Rosa’ e lima ácida ‘Taiti’.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras – MG,. Citros de diferentes espécies e cultivares foram colhidos maduros, todos provenientes de uma mesma propriedade rural, localizada no município de Lavras-MG, para se minimizar a interferência de fatores edafoclimáticos e estágio de maturação. As seguintes cultivares foram avaliadas: limão ‘Rosa’ (*Citrus reticulata* var. *austera* Hib.-Swingle), lima ácida ‘Taiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka), laranja ‘Bahia’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), laranja ‘Lima’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck), mexerica ‘Rio’ (*Citrus deliciosa* Tem), tangerina ‘Poncã’ (*Citrus reticulata* Blanco), tangor ‘Murcote’ (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* Osbeck) e Lima-da-Pérsia (*Citrus limettioides* Tanaka).

O suco dos frutos foi extraído em espremedor elétrico e depois homogeneizado para a realização das análises.

A determinação da acidez titulável foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador a fenolftaleína, de acordo com Association of Official Agricultural Chemists – AOAC (2010). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

Os sólidos solúveis foram determinados por refratometria, conforme as normas da Association of Official Agricultural Chemists – AOAC (2010) e os resultados expressos em %.

A vitamina C foi determinada pelo método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman 640 B, com sistema computadorizado e os resultados expressos em mg.100g de polpa⁻¹.

O teor de fenólicos totais foi determinado pelo método proposto por Waterhouse (2002), empregando-se o reagente de Folin-Ciocalteu. Em síntese, 0,5 mL de extrato metanoico de cada amostra foram adicionadas aos tubos contendo 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu 10%. Em seguida, foram adicionados 2 mL de solução de carbonato de sódio 4%. Os tubos foram agitados e deixados em repouso por 2 horas, ao abrigo da luz. A cor azul produzida pela redução do reagente Folin-Ciocalteu pelos fenólicos foi medida espectrofotometricamente, na faixa de absorção de 750 nm. O cálculo do teor de fenólicos foi realizado a partir da equação da reta obtida da curva padrão do ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por 100g da amostra (mg EAG. 100g-1)

A metodologia empregada na determinação da atividade antioxidante foi a proposta por Rufino et al. (2007) com algumas adaptações em relação ao cálculo. Para a determinação da capacidade antioxidante, foram adicionados 2,5 mL de cada extrato das amostras a 3,9 mL de solução de DPPH. Para o controle, foram adicionados 2,5 mL de metanol, juntamente ao DPPH, no lugar do extrato. As leituras foram realizadas após 30 minutos, em espectrofotômetro a 515 nm e os resultados foram expressos em percentual de sequestro de radical livre (%SRL).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, sendo que cada parcela experimental foi constituída pelo suco de cinco frutos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando-se do programa estatístico SISVAR.

Resultados e Discussão

As cultivares diferiram entre si, estatisticamente, para todas as variáveis analisadas (Tabela).

Os citros caracteristicamente mais ácidos apresentaram como era de se esperar, as maiores médias de acidez titulável (AT), em torno de 7%, sendo a lima ácida ‘Taiti’ mais ácida que o limão ‘Rosa’. No outro extremo, os citros caracteristicamente pouco ácidos, Laranja ‘Lima’ e Lima-da-Pérsia, apresentaram os menores valores de AT, em média, 0,1%, não diferindo entre si. Laranja ‘Bahia’, tangerina ‘Poncã’, mexerica ‘Rio’ e tangor ‘Murcote’ não diferiram entre si quanto à AT, apresentando, em média, 0,8%.

Pio et al. (2005) encontraram uma média de AT para o tangor ‘Murcote’, de 0,92%. e Couto et al. (2010), encontraram 0,80% para tangerina ‘Poncã’, valores estes semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Quanto aos sólidos solúveis (SS), as laranjas ‘Bahia’ e ‘Lima’ e a tangerina ‘Poncã’ se destacaram com as maiores médias, em torno de 11,8%, o que sugere que sejam os citros mais doces, dos avaliados, seguidos pelo tangor ‘Murcote’(9,54%) e mexerica ‘Rio’ (8,2%). Já a lima-da-Pérsia apresentou a menor média de SS, 6,92%. Limão ‘Rosa’ e lima ácida ‘Taiti’ apresentaram, em média, 7,62% de SS, não diferindo entre si, média estatisticamente superior à da lima-da-Pérsia e inferior à da mexerica ‘Rio’.

Os SS representam, em geral, a doçura dos frutos, exceção feita aos limões e limas ácidas, onde os SS representam sua acidez. Pereira et al. (2006) descrevem que os teores mínimos de SS, adequados para a colheita de laranjas e tangerinas, devem situar-se entre 9,0 e 10,0%. Sendo assim, como observa-se na Tabela 1, as laranjas ‘Bahia’ e ‘Lima’, a tangerina ‘Poncã’ e o tangor ‘Murcote’ apresentaram teores de SS adequados para o

consumo in natura, enquanto a mexerica ‘Rio’ apresentou teor de SS inferior ao mínimo desejável. O teor de SS abaixo da faixa mínima sugerida, observado em lima-da-Pérsia, não é um impeditivo para o seu consumo, visto que sua AT é muito baixa. Duzzioni et al. (2010) avaliando tangor murcote e limão Thaiti encontraram valores para sólidos solúveis de 9,6 e 7,8 respectivamente, valores bem semelhantes aos encontrados neste trabalho para ambas cultivares.

O ratio, que nada mais é que a relação SS/AT e sugere o balanço doçura/acidez dos frutos, foi consideravelmente maior em laranja ‘Lima’ (110), seguida da lima-da-Pérsia (75), em função, principalmente da baixa AT desses frutos. As altas médias observadas sugerem frutos predominantemente doces, com acidez pouco perceptível. Já limão ‘Rosa’ e lima ácida ‘Taiti’ apresentaram as menores médias de ratio, determinadas, em especial, pela alta AT. Laranja ‘Bahia’, tangerina ‘Poncã’, mexerica ‘Rio’ e tangor ‘Murcote’, não diferiram entre si, apresentando ratio intermediário, em média, 12,9. Esses quatro últimos citros citados apresentaram um maior equilíbrio doçura/acidez, que os dois primeiros, predominantemente doces, e os seguintes, predominantemente ácidos.

Embora Pereira et al. (2006) enfatizem a importância de se respeitar valores mínimos de SS na colheita de citros, Correa et al. (2014) comprovam que a aceitação sensorial de citros é dependente de uma ação multivariada envolvendo, principalmente, SS, pH, AT, SS/AT e a coloração. De acordo com os autores, a preferência de consumidores de laranja ‘Pera Rio’ é afetada positivamente, por SS, pH, SS/AT e negativamente pela AT. Limões e limas ácidas são consumidos pela alta acidez, enquanto lima e laranja ‘Lima’, principalmente, pela ausência ou baixa acidez. Já os demais citros estudados são preferidos, como acontece com laranja ‘Pera Rio’, quando apresentam um equilíbrio entre doçura e acidez. Desses últimos citros citados, destacam-se laranja ‘Bahia’ e a tangerina ‘Poncã’ por apresentarem, numa comparação entre os citros desse grupo, os menores valores de AT e os maiores valores de SS e ratio.

As laranjas ‘Bahia’ e ‘Lima’ apresentaram maiores médias de vitamina C que os demais frutos analisados, seguidas pela tangerina ‘Poncã’. A lima-da-Pérsia, lima ácida ‘Taiti’ e mexerica ‘Rio’ apresentaram a terceira maior média, e o limão ‘Rosa’ e tangor ‘Murcote’, os menores valores. Os frutos com os maiores teores de vitamina C apresentaram entre 3 e 4 vezes mais este nutriente que os frutos com os menores teores.

Couto & Canniatti-Brazaca (2010), em estudo da quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante em citros, analisaram algumas das cultivares alvos do presente estudo, a saber: tangerina ‘Poncã’, tangor ‘Murcote’, lima-da-Pérsia e laranja ‘Bahia’. Os teores de vitamina C relatados por esses autores foram superiores aos encontrados neste trabalho, exceto para a lima-da-Pérsia. Nesse mesmo estudo, os autores afirmam que a variação de vitamina C se deve à região de cultivo, clima e época de colheita. Como os frutos analisados no presente estudo foram submetidos às mesmas condições edafoclimáticas, podemos afirmar que as diferenças observadas se devem realmente às cultivares, com possibilidade de efeito do estágio de maturação, embora todos os frutos tenham sido colhidos maduros.

Os valores encontrados de compostos fenólicos totais para as cultivares analisadas tiveram grande variação. A laranja ‘Lima’ apresentou o maior valor, seguida da laranja ‘Bahia’. O tangor ‘Murcote’ e tangerina ‘Poncã’ não diferiram entre si e apresentaram a terceira maior média. O mesmo ocorreu com a lima-da-Pérsia e mexerica ‘Rio’, que

apresentaram a quarta maior média. O limão ‘Rosa’ apresentou a segunda menor média, e a lima ácida ‘Taiti’ a menor média de fenólicos.

De acordo com Vasco et al. (2008), os frutos podem ser separados em categorias, em função de sua concentração em fenólicos totais: > 500 mg GAE/100 g – altos níveis de fenólicos; 100 – 500 mg GAE/100 g – médios níveis de fenólicos e < 100 mg GAE/100 g – baixos níveis de fenólicos. Todos os frutos estudados neste trabalho podem ser classificados como apresentando médios níveis de fenólicos, à exceção da lima ácida ‘Taiti’ que apresenta, baixos níveis. Morangos, ameixas vermelhas (Proteggente et al., 2002), goiabas (Vasco et al., 2008) e cerejas (Khoo et al., 2011) são frutos conhecidos contendo médios níveis de fenólicos. De fato, Pellegrini et al. (2007), afirmaram que a laranja é uma considerável fonte de fenólicos.

As laranjas ‘Bahia’ e ‘Lima’, lima-da-Pérsia e mexerica ‘Rio’ se destacaram dos demais citros com as maiores médias de atividade antioxidante, que variaram entre 54,9 e 61% de sequestro de radicais livres. Tangerina ‘Poncã’ e tangor ‘Murcote’ apresentaram médias inferiores às dos quatro citros já citados, em média, 37,3%, seguidos pela lima ácida ‘Taiti’ (26,9%) e limão ‘Rosa’ (18,8%). Os resultados observados no presente trabalho corroboram os de Pellegrini et al. (2007) e Couto & Canniatti-Brazzaca (2010) que reportaram maior atividade antioxidante em laranjas, em comparação com outros citros, destacando-se que estes autores não estudaram a mexerica ‘Rio’. Couto & Canniatti-Brazzaca (2010) encontraram médias de atividade antioxidante para laranjas ‘Bahia’ e ‘Lima’, da mesma ordem das encontradas no presente trabalho, em torno de 60%. Já a atividade antioxidante reportada pelos autores para tangerina ‘Poncã’ e tangor ‘Murcote’ foi um pouco inferior, 29,3 e 12,8%, respectivamente.

As frutas apresentam em sua constituição vários compostos com ação antioxidante, os quais incluem o ácido ascórbico, carotenoides e polifenóis. A quantidade e o perfil destes fitoquímicos variam em função do tipo, cultivar e grau de maturação da fruta bem como das condições climáticas e edáficas do cultivo (Leong, Shui, 2002).

As laranjas (*Citrus sinensis* L. Osbeck) analisadas se destacaram com as maiores concentrações de vitamina C, fenólicos e atividade antioxidante. Provavelmente, os maiores teores de vitamina C e fenólicos conspiraram para a maior atividade antioxidante. A atividade antioxidante de lima-da-Pérsia e mexerica ‘Rio’ foi semelhante a das laranjas, entretanto os teores de vitamina C e fenólicos foram menores. Os citros apresentam outros compostos antioxidantes, não determinados neste trabalho, como os terpenoides, com destaque para monoterpenos, sesquiterpenos e os conhecidos tetraterpenos, ou carotenoides, que, por certo, contribuíram para a alta atividade antioxidante desses frutos. Por outro, lado, a menor atividade antioxidante foi observada no limão ‘Rosa’ e lima ácida ‘Taiti’, frutos com as menores concentrações de vitamina C e fenólicos, o que reforça o papel destes compostos no arsenal antioxidante dos frutos.

Conclusão

As características físico-químicas e arsenal antioxidante de citros variam em função da espécie e cultivares. Limão ‘Rosa’ e lima ácida ‘Taiti’ se destacam pela alta acidez, enquanto a laranja ‘Lima’ e lima-da-Pérsia, pela baixa acidez. Dentre os demais citros, valorizados pelo equilíbrio doçura/acidez, destacam-se a Laranja ‘Bahia’ e a tangerina ‘Poncã’. A laranja ‘Lima’ sobressai-se como a mais rica em vitamina C, fenólicos e maior

atividade antioxidante, enquanto limão ‘Rosa’ e lima ácida ‘Taiti’ se encontram no extremo oposto.

Agradecimentos

Os autores agradecem as agências brasileiras de fomento à pesquisa, CAPES, CNPq e FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

Referências

- Agrianual: anuário da agricultura brasileira. 2012. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. p. 482.
- Chitarra, M.I.F. 1994. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. Informe Agropecuário 17(179):8-18.
- Corrêa, S.C., Pinheiro, A.C.M., Siqueira, H.E., Carvalho, E.M., Nunes, C.A., Vilas Boas, E.V.B. 2014. Prediction of the sensory acceptance of fruits by physical and physicochemical parameters using multivariate models. Food Science and Technology 59:666-672.
- Couto, M.A.L.; Brazaca, S.G.C. 2010. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. Ciênc. Tecnol. Alim. 30(1):15-19.
- Duzzioni, A.G.; Franco, A.G.; Duzzioni, M.; Sylos, C.M. 2010. Determinação da atividade antioxidante e de Constituintes bioativos em frutas cítricas. Alim. Nutr. 21(4):643-649.
- Khoo, G.M., Clausen, M.R., Pedersen, B H., Larsen, E. 2011. Bioactivity and total phenolic content of 34 sour cherry cultivars. Journal of Food Composition and Analysis 24:772-776.
- Leong, L.P.; Shui, G. 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruit in Singapore markets. Food Chem. 76:69-75.
- Neto, J.F.B.; Pereira, W.E.; Cavalcanti, L.F.; Araújo, R.C.; Lacerda, J.S. 2011. Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro 'sunrise solo' em função de doses de nitrogênio e boro. Semina: Ciências Agrárias 32(1):69-80.
- Pellegrini, N. et al. 2007. Evaluation of antioxidant capacity of some fruit and vegetable foods: efficiency of extraction of a sequence of solvents. Journal of the Science of Food and Agriculture 87(1):103-111.
- Pereira, A.E.C.; Cantilhano, F.F.; Gutieres, A.S.D.; Almeida, G.V.B. 2006, Comunicado Técnico/Documento 156 – EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical (ISSN 1809-4996).
- Pio, R.M.; Figueiredo, J.O.; Stuchi, E.S.; Cardose, S.A.B. 2005. Variedades copas. In: Matos Junior, D.; De Negri, J.D.; Pio, R.M.; Pompeu Junior, J. (Ed.). Citros. Campinas: Instituto Agrônomo: Fundag, p. 37-60.
- Proteggente, A.R., Pannala, A.S., Paganga, G., Van Buren, L., Wagner, E., Wiseman, S., Van De Put, F., Dacombe, C., Rice-Evans, C.A. (2002) The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. Free Radical Research 36:217-233.
- Vasco, C., Ruales, J., Kamal-Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. Food Chemistry 111:816-823.
- Viégas, F.C.P. 1991. A citricultura brasileira. 2 ed. Campinas: Cargil.

Quadro 1 - Valores para acidez titulável, sólidos solúveis, ratio, vitamina C (teor de ácido ascórbico), compostos fenólicos (concentração de ácido gálico mg/100g fruto) e atividade antioxidante (porcentagem de sequestro de radicais livres) para diferentes cultivares cítricas.

Cultivares Cítricas	Variáveis					
	Acidez titulável	Sólidos Solúveis	Ratio	Vitamina C	Compostos Fenólicos	Atividade Antioxidante
Laranja 'Bahia'	0,93 c	11,82 a	12,67 c	83,19 a	351,86 b	61,05 a
Laranja 'Lima'	0,11 d	11,78 a	110,09 a	74,67 a	426,29 a	57,9 a
Lima-da-Pérsia	0,09 d	6,92 e	75,22 b	42,15 c	181,71 d	59,12 a
Limão 'Rosa'	6,64 b	7,64 d	1,15 d	15,97 d	71,33 f	26,94 c
Lima ácida 'Taiti'	7,71 a	7,60 d	0,98 d	35,83 c	144,27 e	18,83 d
Tangerira Poncã	0,77 c	11,80 a	15,34 c	63,31 b	230,08 c	37,51 b
Mexerica 'Rio'	0,60 c	8,20 c	13,68 c	44,84 c	198,61 d	54,93 a
Tangor 'Murcote'	0,97 c	9,54 b	9,87 c	25,08 d	217,15 c	37,14 b

Médias com letras minúsculas diferentes, nas colunas, diferem significativamente no teste de Scot-Knott ($p \leq 0,05$).

Compostos bioativos e atividade antioxidante em tangerina ‘Ponkan’ armazenada sob recobrimentos biodegradáveis

Renato Lima Dantas¹, Vanessa Maria Dantas Pedrosa*², Francisco de Assys Romero da Mota Sousa²; George Henrique Camelo Guimarães², Rejane Maria Nunes Mendonça², Rosana Sousa da Silva², Ana Lima Dantas², Antônio Fernando da Silva² & Silvanda de Melo Silva²

¹Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACEN, Joao Pessoa, PB, Brasil, renato_dantas@hotmail.com.br

²Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil, silvasil@cca.ufpb.br

Resumo

A tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco) é uma das principais cultivares de mesa produzidas no Brasil. Fonte reconhecida de compostos nutricionalmente importantes, a disponibilidade desses compostos depende de fatores sob os quais esses compostos podem sofrer modificações que resultem em mudanças indesejáveis no sabor, qualidade nutricional e redução na vida útil, tornando-se imprescindível o desenvolvimento de tecnologias de baixo custo e fácil aplicação, como o uso de recobrimentos. Esse trabalho teve como objetivo avaliar as mudanças nos compostos bioativos e na atividade antioxidante em tangerinas ‘Ponkan’ sob recobrimentos à base de fécula de mandioca e quitosana no armazenamento sob diferentes temperaturas. Foram utilizados recobrimentos à base quitosana e fécula de mandioca. As tangerinas foram armazenadas sob condições ambientes (24 ± 2 °C e $75 \pm 4\%$ U.R) durante 18 dias com avaliações a cada três dias e sob refrigeração (12 ± 1 °C e $80 \pm 2\%$ U.R) durante 30 dias com avaliações a cada cinco dias. Independentemente da temperatura de armazenamento, os recobrimentos com quitosana e fécula de mandioca retardaram o desenvolvimento da coloração amarela casca, proporcionando maior conservação das características de coloração, principalmente em frutos refrigerados. Foi observada uma diminuição de 14% e 24% no conteúdo de PET no suco durante o armazenamento para tangerinas mantidas a 12 e a 24 °C, bem como flavonoides amarelos que diminuíram em ambas as temperaturas. A atividade antioxidante total (AAT) aumentou durante o armazenamento a 24 °C, com exceção de frutos recobertos com Quitosana 4% + Glicerina 4%. A 12 °C frutos do Controle mostram maior AAT até o 20º dia de armazenamento. O recobrimento com quitosana retardou o aparecimento de carotenoides na casca de tangerinas mantidas sob refrigeração. A AAT foi mais elevada em tangerinas mantidas a 24 °C, estando correlacionada com o conteúdo de ácido ascórbico e flavonoides amarelos, enquanto que a 12 °C foi correlacionada com os carotenoides totais.

Palavras-chave: *Citrus reticulata*, quitosana, fécula de mandioca, carotenoides, refrigeração.

Abstract**Bioactive compounds and antioxidant activity in 'Ponkan' tangerine stored under biodegradable coatings**

The 'Ponkan' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) is one of the main table cultivars grown in Brazil. A recognized source of nutritionally important compounds, the availability of these compounds depends on factors under which these compounds may undergo changes that result in undesirable changes in taste, nutritional quality and reduced shelf life, making it necessary to develop low cost and easy application, such as the use of coatings. The objective of this study was to evaluate the changes in bioactive compounds and antioxidant activity in 'Ponkan' mandarins under cassava and chitosan starch coatings during storage under different temperatures. Coats of chitosan and cassava starch were used as controls. The mandarins were stored under room conditions (24 ± 2 °C and $75 \pm 4\%$ RH) for 18 days with evaluations each three days and under refrigeration (12 ± 1 °C and $80 \pm 2\%$ RH) for 30 days with evaluations each five days. Regardless of the storage temperature, the coatings with chitosan and cassava starch delayed the development of the yellow peel color, providing a better conservation of the coloration, especially in cold stores fruits. A decline of 14% and 24% in TEP was observed in the juice during storage for mandarins maintained at 12 and at 24 °C. The yellow flavonoids contents also decreased at both temperatures. Total antioxidant activity (TAA) increased during storage at 24 °C, except for fruits coated with 4% Chitosan + Glycerin 4%. At 12 °C control fruits show higher TAA up to the 20th day of storage. The coating with chitosan delayed the development of carotenoids in the skin of mandarins kept under cold storage. The TAA was higher in mandarins maintained at 24 °C, correlating with the content of ascorbic acid and yellow flavonoids, whereas at 12 °C it was correlated with the total carotenoids.

Keywords: *Citrus reticulata*, chitosan, cassava starch, carotenoids, cold storage.

Introdução

Os frutos cítricos são reconhecidamente uma rica fonte de compostos bioativos que proporcionam benefícios à saúde. Ácido ascórbico, compostos fenólicos, carotenoides são alguns componentes importantes tanto no suco quanto no albedo e flavedo que têm chamado a atenção de cientistas (Ramful et al., 2010; Couto et al., 2010). Dentre os frutos cítricos, a tangerina (*Citrus reticulata* Blanco) apresenta teores relativamente elevados de compostos fenólicos como flavanonas (naringina e hesperidina), flavonas (lutelina) e ácidos fenólicos (clorogênico e p -cumárico) e carotenoides (luteína, zeaxantina, β -criptoxantina e β -caroteno) (Wang et al., 2007; XU et al., 2009) com considerável atividade antioxidante (Couto et al., 2010).

Contudo, a disponibilidade desses compostos depende de diversos fatores como tratamentos culturais, maturação na colheita, condições de armazenamento dos frutos (tempo, temperatura, umidade, tratamentos pós-colheita entre outros). Nesse sentido, algumas pesquisas têm buscado não só a conservação da qualidade nutricional, mas também manter os aspectos de aparência, sabor e aroma utilizando diversas tecnologias acessíveis aos produtores. Entre elas está o uso de recobrimentos biodegradáveis, visando não só melhorar a aparência, mas prolongar a vida útil pós-colheita por diminuir a perda de massa fresca, reduzir a atividade respiratória e diminuir a incidência de doenças (Malgarim et al., 2007; Valencia-Chamorro et al., 2009).

Há muito tempo tem sido usado recobrimentos em citros buscando a manutenção da aparência, sabor e aroma (Tietel et al., 2009; Marcilla et al., 2009). No entanto, na sua maioria são sintéticos, sendo necessária a introdução de recobrimentos de natureza orgânica como a quitosana que é um biopolímero derivado da quitina capaz de formar películas semipermeáveis que agem no retardamento da maturação, controle das taxas de transpiração e combate a um amplo número de microrganismos de importância agrônômica (Bourtoom, 2008). A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), por sua vez, é uma matéria prima amplamente produzida pela agricultura familiar no estado da Paraíba e sua fécula está entre as matérias-primas amiláceas com potencial de utilização como revestimento em frutos cítricos.

Tem sido amplamente reportado que durante o armazenamento de citros não são observadas mudanças significativas na acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT. Os aspectos relacionados a alterações no aroma característico são bem estudados em frutos sob recobrimentos (Marcilla et al., 2009; Tietel et al., 2010). Por outro lado, são poucas as informações acerca da utilização de recobrimentos a base de quitosana e fécula de mandioca em tangerina e seus efeitos sobre os conteúdos de compostos bioativos presentes tanto no flavedo quanto no suco, bem como na atividade antioxidante durante armazenamento.

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as mudanças nos compostos bioativos e na atividade antioxidante em tangerinas 'Ponkan' decorrente do emprego de recobrimentos biodegradáveis a base fécula de mandioca e quitosana e diferentes temperaturas.

Material e Métodos

Os frutos de tangerineira 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) foram colhidos sob manejo convencional, na maturidade comercial, caracterizado pela coloração verde predominante, sendo mantidos 0,5 cm de pecíolo. O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB). No laboratório os frutos foram sanificados com solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm e após secagem foram separados em cinco grupos para aplicação dos recobrimentos.

Os frutos foram submetidos aos recobrimentos orgânicos de: fécula de mandioca a 4% (F); fécula de mandioca 4% + glicerina 4% (F+G); quitosana a 4% (Q); e quitosana 4% + glicerina 4% (Q+G) e o controle (C), frutos sem recobrimentos. Os frutos armazenados sob condições ambientes foram avaliados a cada três dias, durante 18 dias, enquanto que, os mantidos sob refrigeração foram avaliados a cada cinco dias durante 30 dias.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x7, sendo cinco recobrimentos e sete períodos de avaliações, com três repetições, contendo três tangerinas cada. As tangerinas foram armazenadas sob condições ambientes (24 ± 2 °C e $75\pm 4\%$ U.R) e refrigeração (12 ± 1 °C e $80\pm 2\%$ U.R). Foram realizadas no suco as avaliações de ácido ascórbico ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) (Strohecker & Henning, 1967), carotenoides totais ($\mu\text{g g}^{-1}$) (Higby, 1962), flavonoides amarelos ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) (Francis, 1982), determinação dos polifenóis extraíveis totais ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) (Larrauri et al., 1997), determinação da atividade antioxidante total - AAT ($\text{g de polpa gDPPH}^{-1}$) (Rufino et al., 2007).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F até 5% de probabilidade de erro. Para o fator quantitativo período de armazenamento (dias), foi aplicado análise de regressão polinomial até o segundo grau para as médias dos tratamentos ao longo dos dias. As características que não apresentaram ajuste significativo aos modelos ($p \leq 0,05$) com base na significância de seus coeficientes foram apresentadas apenas pelas médias. Foi utilizado o software estatístico Sisvar versão 5.1 (2007) para realização das análises.

Resultados e Discussão

Tangerinas mantidas sob a condição ambiente e refrigeração apresentaram conteúdos de ácido ascórbico próximos (fig. 1A e 1B). Entretanto, frutos recobertos com quitosana 4% e fécula 4% diferiram daqueles sem recobrimento. O tempo de armazenamento apresentou maior efeito sobre a variação no conteúdo de ácido ascórbico, que no início apresentava $36,5 \text{ mg}100\text{g}^{-1}$, reduzindo após 18 dias a $24 \text{ }^\circ\text{C}$ para $29,3 \text{ mg}100\text{g}^{-1}$ (19,7%), enquanto que a $12 \text{ }^\circ\text{C}$, houve uma redução para $27,9 \text{ mg}100\text{g}^{-1}$ (23,6%).

Os conteúdos de ácido ascórbico de tangerina ‘Ponkan’ deste trabalho estão em concordância com os de Couto et al. (2010), mostrando que tangerinas ‘Ponkan’ e ‘Murcott’ apresentaram de 2 a 3 vezes menos ácido ascórbico que algumas variedades de laranja. Durante o armazenamento de laranjas ‘Valencia’ e ‘Navel’, o conteúdo de ácido ascórbico decresceu, independentemente da época de colheita (Mbogo et al., 2010). Hojo et al. (2010) também reportaram que o uso de recobrimento com cera a base de polietileno e resina maleica não promoveu mudanças significativas em pomelos ‘Flame’ e ‘Henderson’ mantidos sob refrigeração durante 40 dias.

O conteúdo de carotenoides totais do suco de tangerinas mantidas sob condição ambiente aumentou, sendo observado que o suco de tangerinas recobertas com quitosana 4% + glicerina 4% apresentou conteúdo semelhante ao controle, aumentando de $20,9 \text{ }\mu\text{g.g}^{-1}$ para $35,1 \text{ }\mu\text{g.g}^{-1}$ (fig. 1C). Por outro lado, os demais tratamentos após 18 dias armazenamento apresentaram $31,4 \text{ }\mu\text{g.g}^{-1}$, indicando um menor acúmulo. Na refrigeração, o suco de tangerinas recobertas com quitosana 4%+glicerina 4% apresentou comportamento distinto, com conteúdo bem abaixo do controle (fig. 1D).

A $12 \text{ }^\circ\text{C}$, os recobrimentos com quitosana e fécula de mandioca, proporcionaram um aumento nos carotenoides totais do suco de tangerina ‘Ponkan’ até o 10º dia de armazenamento, diminuindo, em seguida. Os menores conteúdos foram observados para o recobrimento com quitosana a 4%. Para tangerina ‘Satsuma’, Matsumoto et al. (2009) mostraram mesmo comportamento, com conteúdo de carotenoides totais no suco aumentando até o 7º dia e decrescendo em seguida para os frutos armazenados a $5 \text{ }^\circ\text{C}$ e a $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Já os frutos mantidos sob temperatura ambiente, $20 \text{ }^\circ\text{C}$ aumentaram continuamente até o 21º dia.

Matsumoto et al. (2009), avaliando a resposta de tangerina ‘Satsuma’ a temperatura e ao etileno, mostraram que frutos mantidos a $5 \text{ }^\circ\text{C}$ e $30 \text{ }^\circ\text{C}$ apresentaram diminuição do conteúdo de carotenoides totais no suco, principalmente na violaxantina a $30 \text{ }^\circ\text{C}$, estando isso relacionado à diminuição da expressão de genes relacionados à síntese de carotenoides.

Tangerinas recobertas com quitosana retardaram o acúmulo de carotenoides. Na condição ambiente, os carotenoides foram superiores no controle, indicando que os processos metabólicos de biossíntese foram ativados. Frutos recobertos por sua vez, apresentaram menores conteúdos de carotenoides, sobretudo com quitosana.

O conteúdo de flavonoides amarelos no suco da tangerina ‘Ponkan’ diminuiu para frutos mantidos tanto a 24 °C quanto a 12 °C (fig. 1E e 1F). Para frutos mantidos sob condição ambiente, os flavonoides variaram de 0,28 a 0,42 mg 100g⁻¹, enquanto que na refrigeração essa variação foi de 0,25 a 0,39 mg 100g⁻¹, condizendo com os resultados encontrados por Klimczak et al. (2006) que mostraram que o conteúdo de flavanonas no suco de laranja decresceu ligeiramente durante o armazenamento, independentemente da temperatura.

O conteúdo de polifenóis extraíveis totais (PET) diminuiu durante o armazenamento, tendo os recobrimentos com quitosana 4% e fécula 4% apresentado os menores conteúdos ao final do armazenamento, com 60,42 e 59,91 mg 100g⁻¹, respectivamente no suco de frutos mantidos sob condição ambiente (fig. 1G). Foi observada uma diminuição em 14% no conteúdo de PET durante o armazenamento, embora tenha observado aumento até o 6º dia, com 70,3 mg 100g⁻¹.

Foi observado que após 30 dias a 12 °C (fig. 1H), o conteúdo de PET apresentou comportamento similar ao observado a 24 °C. Os recobrimentos com quitosana 4% e fécula 4%+glicerina 4% propiciaram menores conteúdos, embora tenha oscilado durante o armazenamento. Foi observada uma diminuição de 24% em média durante o armazenamento.

Os compostos fenólicos são uma classe heterogênea, desde aqueles pigmentados como as flavanonas e antocianinas, até compostos relacionados à integridade da parede celular e a defesa vegetal. Além disso, vários compostos fenólicos agem mitigando o estresse ao fruto após a colheita (Rupasinghe, 2008). O principal evento bioquímico responsável pela degradação dos polifenóis é a oxidação enzimática. A polifenoloxidase, peroxidase, laccase e lipoxigenase são as principais enzimas responsáveis pela degradação dos compostos fenólicos, embora outros fatores também possam corroborar para a diminuição do conteúdo, como a fermentação (López-Nicolás & García-Carmona, 2010).

A temperatura de armazenamento interfere na estabilidade desses compostos, como reportou Klimczak et al. (2006) para suco de laranja acondicionado em três temperaturas (18, 28 e 38 °C), mostrando que o tempo de armazenamento resultou em mudanças menos acentuadas independentemente da temperatura.

A temperatura de armazenamento propiciou respostas distintas para atividade antioxidante total pelo radical DPPH em suco de tangerina ‘Ponkan’, assim como o uso de recobrimentos biodegradáveis, principalmente na condição refrigerada. A 24 °C, o EC₅₀ apresentou uma diminuição continuada até o 9º dia de armazenamento, apresentando um aumento na atividade antioxidante de 24,6% para os recobrimentos e o controle, havendo em seguida aumento nos valores de EC₅₀, implicando em redução da atividade antioxidante até o 18º dia de armazenamento (fig. 1I). A exceção está para tangerinas recobertas com quitosana + glicerina 4% que apresentaram valor de EC₅₀ 12,6% superior durante o armazenamento, o que pode ser decorrente de uma taxa metabólica mais baixa.

Por outro lado, houve um aumento no valor do EC₅₀ nos primeiros 10 dias a 12 °C (fig. 1J). A atividade antioxidante total de tangerinas do controle mantidas sob refrigeração foi superior até o 20º dia de armazenamento, havendo uma redução no valor do EC₅₀ de 3119,6 para 2598,7 g polpa g DPPH⁻¹, enquanto que os demais recobrimentos apresentaram variação nos valores entre 4307,3 e 2968,8 g polpa g DPPH⁻¹ em média. Esses valores de EC₅₀ são muito superiores aos reportados por Plaza et al. (2011) para laranja ‘Valencia’

minimamente processada, com valores variando durante o armazenamento de 478 a 574 g massa fresca DPPH⁻¹.

Puttongsiri & Haruenkit (2010) avaliaram a atividade antioxidante de tangerina ‘Kiew Wan’ usando os radicais DPPH e ABTS e constataram um aumento significativo durante 45 dias de armazenamento, de 52 a 68% para tangerinas mantidas a 12 e a 20 °C, diferentemente daquelas armazenadas a 4 °C que apresentaram atividade em torno de 50% durante os dias. Couto et al. (2010), por sua vez, observaram em tangerina ‘Ponkan’ e ‘Murcote’ atividade antioxidante pelo radical DPPH de 29,3 e 12,8%, respectivamente. Em contrapartida, laranjas ‘Lima’ e ‘Bahia’ apresentam atividade antioxidante superior, com 66,2 e 60,2%, respectivamente.

A condição do extrato é primordial para avaliar a atividade antioxidante, pois o suco apresenta compostos com diferentes propriedades químicas e bioquímicas que conferem comportamento distinto no ensaio da atividade. Jayaprakasha & Patil (2007) reportaram que extratos de citron (*C. medica*) e laranja vermelha (‘Blood Orange’) (*C. sinensis*) a 1000ppm apresentaram atividade antioxidante distinta. Foram utilizados extratos com hexano, etil acetato, metanol, acetona e metanol-água (80:20).

Conclusões

O recobrimento de tangerina ‘Ponkan’ com quitosana retardou o desenvolvimento dos carotenoides totais em frutos mantidos sob refrigeração.

A atividade antioxidante total foi mais elevada em tangerinas mantidas sob a condição ambiente, estando correlacionada com os conteúdos de ácido ascórbico e flavonoides amarelos. A atividade antioxidante total de tangerinas mantidas a 12 °C foi correlacionada com os carotenoides totais.

Referências

- Bourtoom, T., 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal* 15:237-248.
- Couto, M.A.L. & Canniatti-Brazaca, S.G. 2010. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30:15-19.
- Francis, F.J., 1982. Analysis of anthocyanins. In: Markakis, P. (ed.). *Anthocyanins as food colors*. Academic Press New York.
- Higby, W.K., 1962. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. *Journal of Food Science* 27:42-49.
- Hojo, E.T.D., Hojo, R.H., Boas, E.V.B.V., Rodrigues, L.J. & Paula, N.R.F. 2010. Armazenamento refrigerado de pomelos variedades Flame e Henderson revestidos com cera. *Ciência e Agrotecnologia* 34:1261-1269.
- Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M. & Gliszczynska-Swiglo, A. 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. 2006. *Food Composition and Analysis* 20:313-322.
- Larrauri, J.A., Rupérez, P. & Saura-Calixto, F. 1997. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45:1390-1393.
- López-Nicolás, J.M. & García-Carmona, F. 2010. Enzymatic and Nonenzymatic Degradation of Polyphenols. In: Rosa, L.A.; Alvarez-Parrilla, E.; González-Aguilar,

- G.A. Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value, and Stability. Blackwell Publishing, Iowa.
- Malgarim, M.B., Cantillano, R.F.F. & Treptow, R.O. 2007. Conservação de tangerina cv. *Clemenules* utilizando diferentes recobrimentos. *Acta Scientiarum. Agronomy* 29:75-82.
- Marcilla, A., Martínez, M., Carot, J.M., Palou, L. & Río, M.A. 2009. Relationship between sensory and physico-chemical quality parameters of cold-stored 'Clemenules' mandarins coated with two commercial waxes. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7:181-189.
- Matsumoto, H., Ikoma, Y., Kato, M., Nakajima, N., & Hasegawa, Y. 2009. Effect of Postharvest Temperature and Ethylene on Carotenoid Accumulation in the Flavedo and Juice Sacs of Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) Fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(11):4724-4732.
- Mbogo, G. P., Mubofu, E. B. & Othman, C. C. 2010. Post-harvest changes in physico-chemical properties and levels of some inorganic elements in off vine ripened orange (*Citrus sinensis*) fruits cv (Navel and Valencia) of Tanzania. *African Journal of Biotechnology* 9:1809-1815.
- Plaza, L., Crespo, I., Pascual-Teresa, S.B, Sánchez-Moreno, C., Muñoz, M. & Cano, M.P. 2011. Impact of minimal processing on orange bioactive compounds during refrigerated storage. *Food Chemistry* 124:646-65.
- Puttongsiri, T. & Haruenkit, R., 2010. Changes in Ascorbic Acid, Total Polyphenol, Phenolic Acids and Antioxidant Activity in Juice Extracted from Coated Kiew Wan Tangerine During Storage at 4, 12 and 20 °C. *Kasetsart Journal - Natural Science* 44:280-289.
- Ramful, D., Baborun, T., Bourdon, E., Tarnus, E. & Aruoma, O.I. 2010. Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian citrus fruits: Potential prophylactic ingredients for functional foods application. *Toxicology* 278:75-87.
- Rufino, M.S.M., Alves, R.E., Brito, E.S., Pérez-Jiménez J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. 2010. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry* 121:996-1002.
- Rupasinghe, H. P. V. 2008. The role of polyphenols in quality, postharvest handling, and processing of fruits In: Paliyath, G., Murr, D. P., Handa, A. K. & Lurie, S. (eds) *Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables and Flowers*. Wiley-Blackwell Publishing.
- Strohecker, R. & Henning, H.M., 1967. Análisis de vitaminas: métodos comprobados, 42 p.
- Tietel, Z., Bar, E., Lewinsohn, E., Feldmesser, E., Fallik, E. & Porat, R, 2010. Effects of wax coatings and postharvest storage on sensory quality and aroma volatile composition of 'Mor' mandarins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 90:995-1007.
- Valencia-Chamorro, S.A., Pérez-Gago, M.B., Río, M.Á.D. & Palou, L. 2009. Effect of antifungal hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)-lipid edible composite coatings on postharvest decay development and quality attributes of cold-stored 'Valencia' oranges. *Postharvest Biology and Technology* 54:72-79.
- Wang, Yuan-Chuen, Chuang, Yueh-Chueh & Ku, Yu-Hua. 2007. Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. *Food Chemistry* 102:1163-1171.

Xu, G., Liu, D., Chen, J., Ye, X. & Shi, J. 2009. Composition of major flavanone glycosides and antioxidant capacity of three citrus varieties. *Journal of Food Biochemistry* 33:453-469.

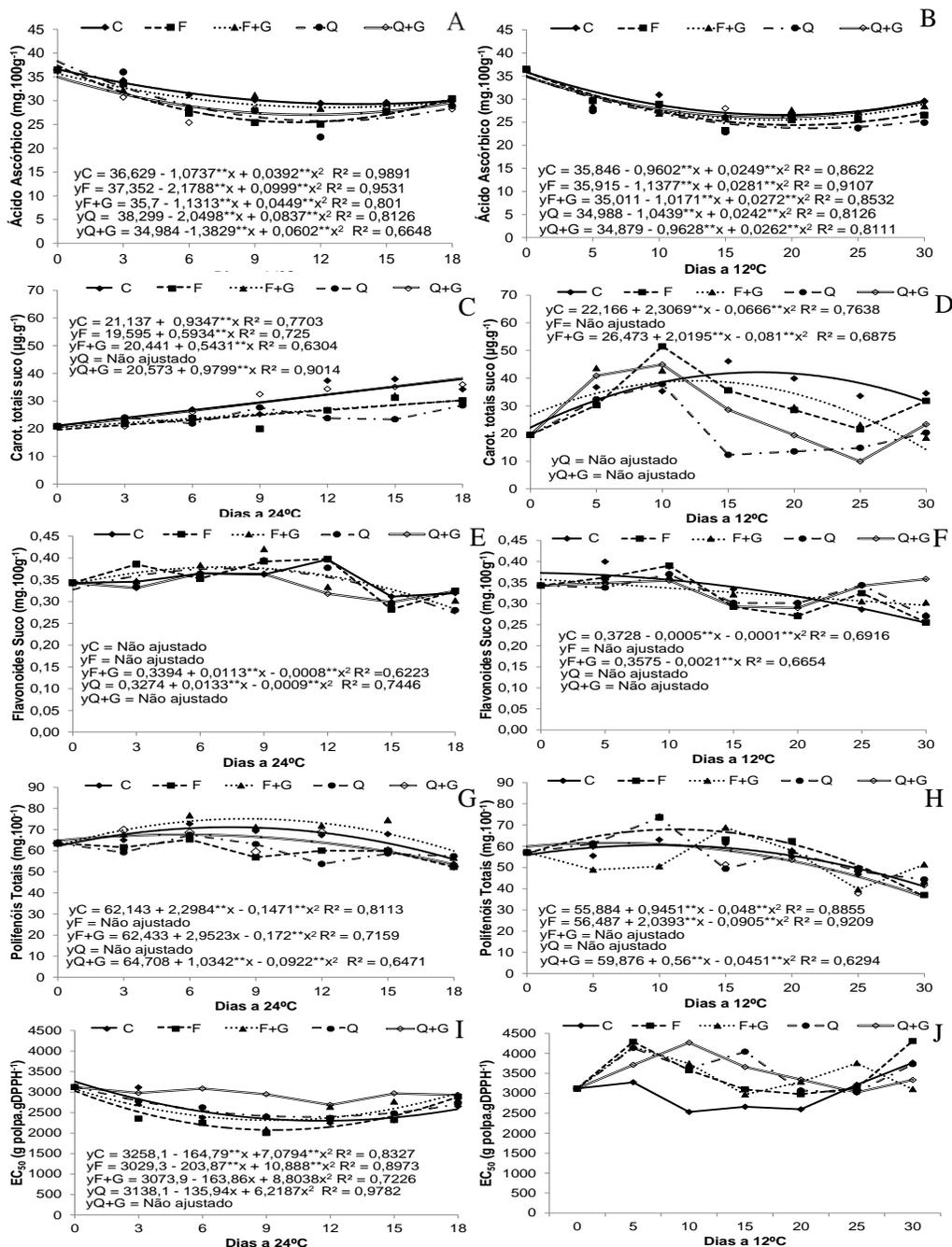


Figura 1 - Ácido ascórbico de tangerina (A), Carotenoides totais (B), flavonoides amarelos (C), polifenóis extraíveis totais (D) e atividade antioxidante total (E) do suco de tangerina ‘Ponkan’ armazenada sob condições ambientes (24±2 °C e 75±4% U.R) a 12±1 °C e 80±2% U.R. e sob recobrimentos à base de fécula de mandioca a 4% (F), fécula a 4% + glicerina 4% (F+G), quitosana 4% (Q), quitosana 4% + Glicerina 4% (Q+G) e controle (C).

Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de laranjeiras ‘Mimo-do-Céu’

Antônio Fernando da Silva¹, Vanessa Maria Dantas Pedrosa¹, Renato Lima Dantas², Antônio Augusto Marques Rodrigues¹, Leonardo da Silva Santos¹, Thiane de Lima Rodrigues¹, Kayonara Kadrini Ferreira Maurício¹, Jardel de Mesquita Melo¹ & Silvanda de Melo Silva¹

¹Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil, silvasil@cca.ufpb.br

²Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACEN, João Pessoa, PB, Brasil, renato_dantas@hotmail.com.br

Resumo

Os frutos cítricos abrangem muitas variedades com características sensoriais diversas. Essas variedades são adaptadas a diferentes condições de cultivo e laranjeiras de baixa acidez, como ‘Mimo-do-Céu’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck var. Mimo) são amplamente consumidas. Estudos sobre a qualidade de ‘Mimo-do-Céu’ são necessários, sobretudo do ponto de vista funcional. O objetivo do trabalho foi avaliar qualidade, presença de compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de ‘Mimo-do-Céu’. Os frutos foram colhidos no ponto de maturidade comercial, em cinco pomares de três diferentes municípios do território da Borborema, estado da Paraíba, Brasil. Foram avaliados o suco e o albedo por meio de coloração, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares redutores e não redutores, conteúdo de ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais (PET), flavonoides e atividade antioxidante pelo radical ABTS. O suco da laranja ‘Mimo-do-Céu’ apresenta luminosidade (L^*) inferior a 50, a^* de 2,63, e b^* de 30,99; teor de sólidos solúveis de 12,75%, acidez titulável de 0,11% de ácido cítrico, resultando em elevada relação SS/AT, de 121, justificando o sabor levemente ácido característico da cultivar. Os conteúdos de açúcares redutores e não redutores foram de 3,64% e 6,64%, respectivamente, enquanto que para os compostos bioativos no suco, o teor de ácido ascórbico foi de 68,35 mg 100g⁻¹; o conteúdo de flavonoides amarelos foi de 1,31 mg 100 g⁻¹. O conteúdo de PET no suco foi de 46,51 mg 100 g⁻¹ e no albedo foi de 168,36 mg 100g⁻¹. A atividade antioxidante do suco foi de 5,13 μmol g⁻¹ e do albedo foi de 11,70 μmol g⁻¹. O conteúdo de PET e a atividade antioxidante presentes no albedo da laranja ‘Mimo-do-Céu’ foram três vezes superiores ao do suco. Portanto, além do sabor peculiar conferido pela baixa acidez do suco, a laranja ‘Mimo-do-Céu’ apresenta albedo como fonte rica em polifenóis e de elevada atividade antioxidante.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, citros de mesa, albedo, antioxidante.

Abstract

Quality, bioactive compounds and antioxidant activity of 'Mimo-do-Céu' orange fruits.

Citrus fruits cover a range of varieties with different sensory characteristics, adapted to different growing conditions, and low-acidity orange trees such as 'Mimo-do-

Céu' (*Citrus sinensis* L. Osbeck var. Mimo) are widely consumed. Studies on the quality of this cultivar are necessary, especially from the point of view of the functional appeal. Thus, the objective was to evaluate the quality, presence of bioactive compounds and antioxidant activity of 'Mimo-do-Céu' orange fruits. The fruits were harvested at commercial maturity, of five orchards distributed in three different municipalities of the region. The juice was evaluated for: coloration, titratable acidity, soluble solids, reducing and non-reducing sugars; Juice and albedo for: ascorbic acid content, total extractable polyphenols (PET), flavonoids and antioxidant activity by the ABTS radical. For the juice of 'Mimo-do-Céu' orange, the brightness (L^*) was lower than 50, a^* was 2.63, and b^* 30.99; Soluble solids content of 12.75%, titratable acidity of 0.11% citric acid, resulting in a high SS/AT ratio of 121, which justifies the slightly acidic flavor characteristic of the cultivar. The contents of reducing and non-reducing sugars were 3.64% and 6.64%, respectively. For the bioactive compounds in the juice, the ascorbic acid content was 68.35 mg 100g⁻¹; Yellow flavonoids of 1.31 mg 100g⁻¹. The content of PET in the juice was 46.51 mg 100g⁻¹ and in the albedo 168.36 mg 100g⁻¹, while the antioxidant activity of the juice was 5.13 $\mu\text{mol g}^{-1}$ and the albedo 11.70 Mmol g⁻¹. The content of PET and the antioxidant activity present in the albedo of 'Mimo-do-Céu' orange are 3 times higher than that of juice. In addition to the peculiar low acidity taste of the juice, this orange cultivar presents an albedo that is a rich source of polyphenols and high antioxidant activity, which differs with the growing location.

Keywords: *Citrus sinensis*, table citrus, albedo, antioxidant.

Introdução

Os citros são originários da Ásia, tendo sido introduzidos no Brasil pelas primeiras expedições colonizadoras, provavelmente na Bahia. Entretanto aqui, favorecidos por melhores condições para vegetar e produzir do que nas próprias regiões de origem, as citrinas se expandiram para todo o país (Lopes et al., 2011).

Apesar da citricultura no estado da Paraíba ser caracterizada pela agricultura familiar, associada a baixo nível tecnológico, a produção da laranja apresentou um aumento de 6% em 2015, quando comparada ao ano anterior (IBGE; 2017). Embora sua produção não seja tão relevante para o cenário nacional, é muito importante como gerador de emprego e renda para unidades familiares do estado da Paraíba.

As partes comestíveis da laranja são: suco, casca, e albedo. Entre seus nutrientes estão a vitamina C, os flavonoides naringenina e hesperidina e a fibra péctica. Enquadrando-se como alimento funcional, fornecendo benefícios à saúde, além de proverem nutrientes essenciais (Ramírez, 2011).

As laranjeiras de baixa acidez, dentre elas a “Mimo-do-Céu”, são bastante apreciadas e demandadas, principalmente por idosos, grávidas, crianças, lactantes, e pessoas com problemas gástricos e/ou intestinais (Schwarz et al., 2010).

A laranja, “Mimo-do-Céu” é uma fruta de sabor adocicado apresentando-se comercialmente com elevado valor agregado, pouco ácida, produzida em árvore de porte médio e copa densa, arredondada e perene. Contudo, a informação acerca das características de qualidade desses citros é escassa, existindo pouco ou praticamente nenhum estudo mais detalhado sobre a laranja “Mimo-do-céu” na região onde a pesquisa foi conduzida, justificando a realização deste estudo.

Material e Métodos

Os frutos da laranjeira “Mimo-do-Céu” foram colhidos em estágio de maturação comercial, de pomares de agricultores familiares nos municípios de Areia (pomar 1), Alagoa Nova (pomares 2 e 3) e Matinhas (pomares 4 e 5), estado da Paraíba, Brasil. Os frutos foram transportados ao Laboratório de Biologia e Tecnologia de Pós-Colheita (LBTPC).

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) unifatorial com oito tratamentos, onde os dados foram submetidos à análise de variância com significância de até 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey, realizados através do Programa Estatístico Sisvar, versão 5.3 (Ferreira, 2007).

Para as avaliações físicas foram utilizados 25 frutos de cada pomar, que foram submetidos à avaliação de: cor da polpa, determinada pelos parâmetros L^* ; a^* e b^* (Minolta Corp, 1998); sólidos solúveis (SS %) (AOAC, 2008); acidez titulável (AT – % de ácido cítrico); relação SS/AT (Instituto Adolf Lutz, 2005); açúcares redutores (g de glicose 100 g⁻¹); açúcares não redutores (g de sacarose 100 g⁻¹); açúcares solúveis totais (AST); ácido ascórbico (mg 100 g⁻¹) (Strohecker & Henning, 1967); flavonoides amarelos no suco (mg 100 g⁻¹) (Francis, 1982); compostos fenólicos extraíveis totais do suco e do albedo (Larrauri et al., 1997) e a quantificação foi realizada pelo método de Obanda & Owuor (1997); atividade antioxidante total do suco e do albedo (Miller et al., 1993, com modificações).

Resultados e Discussão

Quanto à coloração da polpa das laranjas “Mimo-do-Céu” avaliadas, foram encontrados valores de Luminosidade (L) inferiores a 50 (fig. 1 A) assim, apresentando-se mais opacas que brilhantes. Laranjas dos pomares 1 e 3 apresentaram os maiores valores de L 34,87 e 36,36, (fig. 1 A) respectivamente, diferindo dos demais. Os valores de L da polpa foram inferiores aos de Pereira (2009), que reportou valor de L 40,22 em laranja sem sementes, e Groppo (2007) em laranja “Pêra” minimamente processada.

No parâmetro a^* , a polpa de laranja “Mimo-do-Céu” apresentou maior média nos frutos do pomar 3 com 3,43 (fig. 1 B), diferindo dos demais. A média geral obtida para b^* foi 30,99 o que corresponde, portanto, a uma tonalidade de cor amarelada. A cor b^* da polpa do pomar 3 diferiu dos demais pomares, com valores mais baixos (fig. 1 C). A coloração laranja na polpa e suco das laranjas é devida à presença de carotenoides, pigmentos cujas cores podem variar entre o amarelo e o vermelho, podendo variar conforme à cultivar, época do ano e local de plantio (Carvalho, 2010).

O valor médio de sólidos solúveis foi de 12,75%. O conteúdo de SS variou com a localização do pomar. O maior valor foi encontrado para laranja do pomar 3 (Alagoa Nova) 14,67%, o qual diferiu dos demais e o menor valor para frutos do pomar 1 (Areia) 10,00% (fig. 1 D). Esses valores encontram-se próximos aos valores reportados por Silva (2011) estudando laranja “Mimo-do-Céu” colhida no município de Areia, PB e submetida ao armazenamento, a qual encontrou 9,98% no início e 11,17% de SS no último período de armazenamento. A média de SS encontra-se próxima também aos valores médios encontrados por Ramalho (2005) estudando laranja “Pêra” nos estágios de coloração C1, C2 e C3, da Região de Barretos. Esse pode variar em função de fatores como a cultivar,

clima, solo e irrigação. Em zonas de clima quente, os frutos tendem a apresentar maior concentração de açúcares e menor espessura da casca (Carvalho, 2010).

A média geral de acidez titulável da laranja “Mimo-do-Céu” foi 0,10%, onde os maiores valores de AT foram encontrados nos frutos dos pomares 2 e 3, com 0,11 e 0,12 g 100 g⁻¹ de suco, respectivamente (fig. 1 E). Valores superiores foram encontrados para laranjas da mesma cultivar, por Silva (2011), estas com percentual de ácido cítrico de 0,33% no 1º dia de armazenamento e de 0,12% no 12º dia.

A temperatura é o fator que mais influência no acúmulo do ácido cítrico. Após alcançar o valor máximo, o conteúdo de ácidos diminui devido ao aumento no tamanho do fruto e sua utilização no processo respiratório, que é dependente da temperatura. Portanto, a baixa acidez dos frutos da laranjeira “Mimo-do-Céu” produzida na microrregião da Borborema, é a principal característica que a diferencia das demais laranjas doces.

A relação SS/AT de laranja “Mimo-do-Céu” foi em média 114,38, superior ao reportado por Silva (2011) o qual foi de 76,74 para a mesma variedade. O menor valor foi 99,50 para laranjas colhidas no pomar 1 e os frutos dos pomares 4 e 5 apresentaram relação SS/AT de 136,50 e 138,31 (fig. 1 F), respectivamente. A alta relação SS/AT deve-se aos baixos teores de acidez titulável da laranja “Mimo-do-Céu”, tendo em vista que os teores de SS encontram-se dentro da faixa citada por outros pesquisadores (Santos et al. 2010).

O conteúdo de ácido ascórbico variou de acordo com a localização de colheita dos frutos, no pomar 1 (Areia) foi de 50,80 mg 100 g⁻¹ (fig. 1 G), já o conteúdo para frutos dos pomares 4 e 5 (Matinhas) foram 79,57 e 75,66 mg 100 g⁻¹, respectivamente. A média geral de ácido ascórbico na laranja “Mimo-do-Céu” foi 59,60 mg 100 g⁻¹, a qual é próxima ao reportado por Silva (2011) em frutos desta mesma cultivar armazenados, que foi 66,41 mg 100 g⁻¹, no primeiro dia de armazenamento. E foram superiores aos de Ramalho (2005) para laranja “Pêra” com coloração C3 produzida na região de Barretos (46,31 mg 100 g⁻¹).

O conteúdo de açúcares redutores (AR) variou em função da localização do pomar. Valores menores foram encontrados em frutos dos pomares 1 e 2, com 1,60 e 2,56 g de glicose 100 g⁻¹, respectivamente. Nos frutos dos pomares 3 4 e 5, foram obtidos 4,51, 5,13 e 4,37 g de glicose 100 g⁻¹ (fig. 1 H). Esses valores são aproximados aos encontrados por Groppo (2007) para laranja Pêra minimamente processada, os quais variaram de 3,39% a 7,29%. Os valores de açúcares não redutores (ANR) observados nos pomares 1, 2, 3, 4 e 5 foram 6,67, 6,38, 6,12, 6,97 e 7,07 g de sacarose 100 g⁻¹, respectivamente, com média geral de 6,24 g de sacarose 100 g⁻¹ (fig. 1 I). As variações no conteúdo de açúcares numa mesma espécie são decorrentes de tipos de solo, cultivares, condições climáticas e práticas culturais (Ramalho, 2005).

Os frutos dos pomares 1 e 2 apresentaram valores menores de açúcares totais, com 8,27% e 8,94%, respectivamente. As médias encontradas para frutos dos demais pomares foram superiores a 10% de açúcares totais e não diferiram entre si. O conteúdo médio de açúcares totais (fig. 1 J) foi de 9,04%, inferior ao encontrado por Groppo (2007) em laranja “Pêra” minimamente processada, que foi de 10,53 a 11,42%.

O conteúdo de flavonoides amarelos presentes no suco da laranja “Mimo-do-Céu” foi em média 1,1 mg 100g⁻¹, sendo portanto, superior aos reportados por Dantas (2012) em tangerina “Pokan” durante o armazenamento sob temperatura ambiente, os quais variaram de 0,28 a 0,42 mg 100g⁻¹. No presente estudo, o conteúdo de flavonoides encontrados nos frutos dos pomares 1, 2, 3, 4, e 5 (fig. 2 A) apresentando os respectivos valores 1,01, 1,31, 1,24, 1,71 e 1,27 mg 100 g⁻¹, que não diferiram entre si.

O teor médio de polifenóis extraíveis totais (PET) do albedo e do suco da laranja “Mimo-do-Céu” foram de 159,29 e 43,29 mg 100g⁻¹ respectivamente. Os valores médios encontrados PET do albedo para os cinco pomares, não diferiram entre si (fig. 2 C). Entretanto, os mesmos compostos por sua vez extraídos do suco, diferem, com os frutos do pomar 5 apresentando maior valor, correspondendo a 57,95 mg 100 g⁻¹ (fig. 2 B).

Segundo Guimarães et al. (2010), o conteúdo de compostos fenólicos em frutas cítricas, foram de 55,88 (casca toranja); 87,77 (casca limão); 124,63 (casca lima) e 79,75 (casca laranja), expressos em mg de equivalentes ao ácido gálico por grama de extrato.

Na atividade antioxidante (AAT) do albedo de laranja “Mimo-do-Céu” o valor médio geral foi de 10,44 $\mu\text{mol g}^{-1}$, enquanto que o valor médio geral encontrado no suco dos frutos foi de 4,96 $\mu\text{mol g}^{-1}$. As médias da AAT encontradas no albedo foram maiores do que os valores médios encontrados no suco. Para os frutos do pomar 2, a AAT tanto do albedo como a do suco, diferiram dos valores dos demais pomares. Para a AAT do albedo, o pomar 2 apresentou maior valor, com 20,73 $\mu\text{mol g}^{-1}$ (fig. 2 E). Já para a AAT do suco, os frutos do pomar 2 apresentaram um valor menor quando comparado aos valores dos demais pomares, com 7,43 $\mu\text{mol g}^{-1}$ (fig. 2 D).

Em média geral a atividade antioxidante do albedo de laranja “Mimo-do-Céu” é semelhante aos conteúdos reportados por Barros (2011), em cascas de buriti, maçã, e uva o qual encontrou valores médios de 16,30, 8,02 e 11,37 $\mu\text{mol g}^{-1}$, respectivamente. No suco, os valores são superiores aos encontrados por Pereira (2009) para laranjas sem sementes, de diferentes localidades do Ceará, que foi 3,47 e 2,90 $\mu\text{mol g}^{-1}$, para laranjas oriundas de Limoeiro e Russas no Ceará, respectivamente.

Conclusões

A laranja “Mimo-do-Céu” produzida na microrregião da Borborema paraibana, apresenta baixíssimo conteúdo de acidez, elevado relação SS/AT, o que a caracteriza como predominantemente doce.

O suco da laranja “Mimo-do-Céu” produzido nos municípios de Alagoa Nova e Matinhas apresentaram conteúdos superiores de sólidos solúveis, ácido ascórbico, açúcares redutores e flavonoides amarelos do que os produzidos em Areia. O conteúdo de polifenóis presente no albedo da laranja é cerca de três vezes superior ao do suco, enquanto o albedo de laranja caracterizou-se como uma fonte rica em polifenóis e atividade antioxidante.

Referências

- AOAC - Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Horwitz, W. 2008. ed. Gaithersburg: Association of Official Analytical Chemists.
- Barros, Z.M.P. 2011. Cascas de frutas tropicais como fonte de antioxidantes para enriquecimento de suco pronto. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos/Piracicaba. Dissertação de Mestrado.
- Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. 2011. Normas de Classificação de Citros de Mesa.
- Carvalho, L.M. 2010. Características físicas e químicas de laranjas Pera Rio, Natal e Valência provenientes de diferentes posições na copa. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- Dantas, R.L. 2012. Qualidade e conservação pós-colheita sob recobrimentos biodegradáveis de tangerina ‘Ponkan’ produzida no território da Borborema. Universidade Federal da Paraíba/Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Centro de Ciências Agrárias/Areia. Dissertação de Mestrado.
- Ferreira, D.F. 2007. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 5.3.
- Francis, F.J. 1982. Analysis of anthocyanins. In: Markakis, P. (ed.). Anthocyanins as food colors. New York: Academic Press.
- Grosso, V.D. 2007. Laranja ‘Pêra’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) minimamente processada: efeito de cloreto de cálcio e película de alginato de sódio na fisiologia e conservação. 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- Guimarães, R., Barros, L., Barreira, J.C., Sousa, M.J., Carvalho, A.M., Ferreira, I.C. 2010. Targeting excessive free radicals with peels and juices of citrus fruits: grapefruit, lemon, lime and orange. Food Chem Toxicol 48:99-106.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de recuperação automática. 2017. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>
- Instituto Adolfo Lutz. 2005. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2ª Edição. São Paulo. 1: 371.
- Larrauri, J.A., Rupérez, P., Saura-Calixto, F. 1997. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. Journal of Agricultural and Food Chemistry 45:1390-1393.
- Minolta, R.P. 1998. Precise color communication: color control from feeling to instrumentation. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division.
- Obanda, M., Owuor, P.O. 1997. Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of kenyan black teas. Journal of the Science of Food and Agriculture 74:209-215.
- Pereira, A.C.S. 2009. Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no ceará. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Ramalho, A.S.T.M. 2005. Sistema funcional de controle de qualidade a ser utilizado como padrão na cadeia de comercialização de laranja Pêra *Citrus sinensis* L. Osbeck. 2005. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Santos, D., Matarazzo, P.H.M., Silva, D.F.P.; Siqueira, D.L., Santos, D.C.M., Lucena, C.C. 2010. Caracterização físico-química de frutos cítricos apirênicos produzidos em Viçosa, Minas Gerais. Revista Ceres 57:393-400.
- Silva, J.G. 2011. Utilização de óleos vegetais visando o controle da moscanegra- dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* ASHBY) e suas implicações na qualidade da laranja mimo-do-céu (*Citrus sinensis* OSBECK var. Mimo). 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras.
- Strohecker, R.; Henining, H.M. 1967. Análisis de vitaminas: métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo.

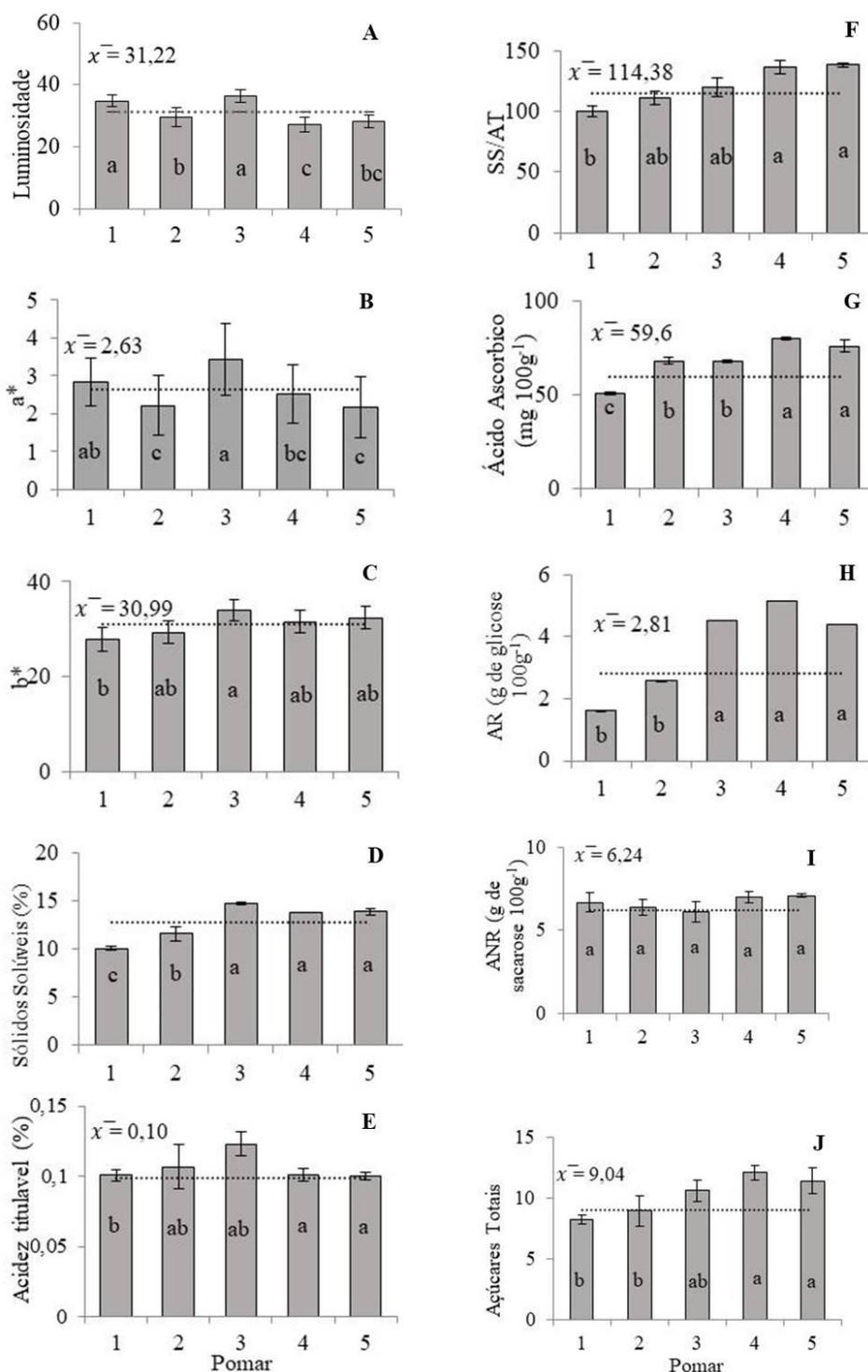


Figura 1 - Luminosidade (A), a* (B), b* (C), sólidos solúveis (D), acidez titulável (E), relação SS/AT (F), ácido ascórbico (G), açúcares redutores (H), açúcares não redutores (I) e açúcares totais (J) da polpa da laranja “Mimo-do-Céu” oriunda de pomares localizados nos municípios de Areia (1), Alagoa Nova (2 e 3) e Matinhas (4 e 5) no estado da Paraíba, Brasil. Barras verticais representam o desvio padrão das médias e a linha pontilhada na horizontal a média geral. Colunas seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Tuckey a 5% de probabilidade.

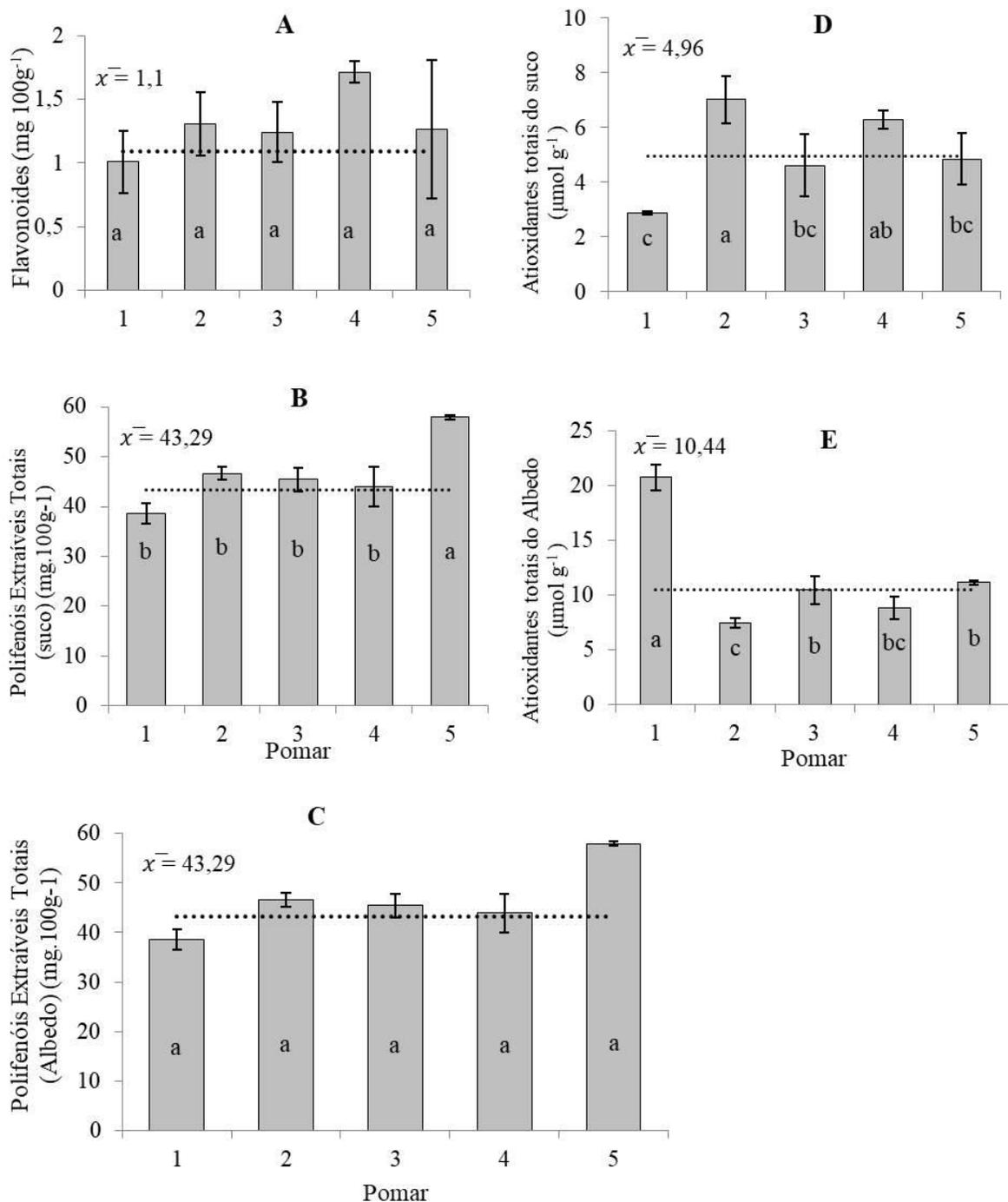


Figura 2 - Flavonoides amarelos (A), polifenóis do suco (B), polifenóis do albedo (C), antioxidantes do suco (D) e antioxidantes do albedo (E) de frutos de laranja “Mimo-do-Céu” oriundos de pomares localizados nos municípios de Areia (1), Alagoa Nova (2 e 3) e Matinhas (4 e 5) no estado da Paraíba, Brasil. Barras verticais representam o desvio padrão das médias e a linha pontilhada na horizontal a média geral. Colunas seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Tuckey a 5% de probabilidade.

Avaliação das características físico-químicas e da atividade antioxidante de frutos de diferentes cultivares de ameixeira

Filipa Queirós^{1*}, Paula Vasilenko², Mário Santos² & Cláudia Sánchez¹

¹ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., Estrada de Leiria, 2460-059 Alcobaça, Portugal

² Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., Quinta do Marquês, 2780-157 Oeiras, Portugal
filipa.queiros@iniav.pt

Resumo

Atualmente são cultivadas em Portugal um número elevado de variedades de ameixeira cuja informação disponível sobre a adaptação às nossas condições edafoclimáticas e a qualidade dos frutos é escassa. Neste contexto, acompanhou-se o ciclo fenológico da coleção varietal de ameixeiras instalada num campo experimental do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, em Alcobaça, com o objetivo de registar os períodos de floração e maturação das variedades em estudo. Adicionalmente recolheram-se amostras de frutos e avaliaram-se as características físico-químicas, bem como o conteúdo fenólico e a atividade antioxidante dos mesmos. Entre as variedades de floração mais temporã encontram-se a ‘Black Splendor’, ‘Black Diamond’ e a ‘Black Amber’, já a ‘October Sun’ e a ‘Globe Sun’ destacam-se pelas florações tardias. Em termos de ordem de maturação, a ‘Red Beaut’, ‘606’ e a ‘Black Splendor’ são as primeiras a colher, surgindo a ‘Sungold’ e a ‘October Sun’ como as mais tardias. Relativamente às características dos frutos, as variedades ‘Black Star’, ‘Black Diamond’ e ‘Primetime’ produziram os frutos mais doces, no entanto, esta última mostrou maior aptidão comercial. Os frutos mais pesados foram colhidos nas variedades ‘Golden Globe’ e ‘Primetime’ que apresentaram boa qualidade em termos do teor de sólidos solúveis (°Brix) e de acidez. A atividade antioxidante variou significativamente entre as variedades, apresentando os maiores valores os frutos das variedades ‘Showtime’, ‘Black Gold’ e ‘Sapphire’. Em termos dos compostos fenólicos totais verificou-se que a ameixa, de um modo geral, apresenta quantidades consideráveis destes compostos bioativos, embora variedades como a ‘Black Star’, ‘Black Splendor’ e a ‘Black Gold’ se destaquem pelos elevados níveis quantificados. Assim, torna-se cada vez mais importante selecionar as variedades melhor adaptadas às condições edafoclimáticas de cada região de produção e que reúnam excelentes qualidades nutricionais e organolépticas.

Palavras-chave: ameixa, fenologia, qualidade dos frutos, compostos fenólicos, °Brix.

Abstract

Evaluation of physico-chemical properties and antioxidant activity of fruits from different plum cultivars.

Currently, a large number of plum varieties are cultivated in Portugal, however available information about the adaptation to our soil and climate conditions and the fruit

quality is scarce. In this context, the phenological cycle of a plum variety collection installed in the experimental field of the National Institute for Agrarian and Veterinary Research, in Alcobaça, was followed in order to register the flowering and maturation dates of the varieties. In addition, fruit samples were collected from plum trees and the physical and chemical characteristics, as well as the phenolic content and the antioxidant activity of the fruits were evaluated. Among the earlier flowering varieties are 'Black Splendor', 'Black Diamond' and 'Black Amber', while 'October Sun' and 'Globe Sun' are characterized by late blooming. In terms of maturity date, 'Red Beaut', '606' and 'Black Splendor' are the first to be harvested, being 'Sungold' and 'October Sun' the later ones. Regarding the fruit characteristics, 'Black Star', 'Black Diamond' and 'Primetime' produced the sweetest fruits, however, the latter variety showed higher commercial potential. The heaviest fruits were from 'Golden Globe' and 'Primetime' varieties, which also showed good quality in terms of total soluble solids (°Brix) and titratable acidity. The antioxidant activity varied considerably between the varieties, showing the highest values the fruits from 'Showtime', 'Black Gold' and 'Sapphire'. In terms of total phenolic compounds, although it was found that in general plum fruits contain considerable amounts of these bioactive compounds, varieties such as 'Black Star', 'Black Splendor' and 'Black Gold' showed the highest levels. Thus, it becomes increasingly important to select the best adapted varieties to the edaphoclimatic conditions of each production region and those that show higher nutritional and organoleptic qualities.

Keywords: plum fruit, phenology, fruit quality, phenolic compounds, °Brix.

Introdução

Em Portugal, a cultura da ameixeira ocupa uma área próxima das 1800 ha, que corresponde a uma produção que ronda as 26000 (t), cerca de 6% da produção total dos principais frutos frescos. As regiões do Centro e Alentejo concentram mais de 80% da produção nacional de ameixa, que se traduziu na campanha de 2016 em 22678 t, colhidas de 1316 ha (INE, 2017). Tendo em consideração que o mercado de importação de ameixa apresentou nos últimos 5 anos um valor médio próximo dos 6 milhões de euros, pode inferir-se do potencial de crescimento da cultura, que necessita de ser mais valorizada junto dos produtores e divulgada ao nível dos consumidores, como já sucede nas fileiras de outros produtos agrícolas.

Existe hoje em dia um número elevado de variedades que são cultivadas, cujo período de comercialização inicia-se em junho e prolonga-se até meados de outubro. Paralelamente, vão-se introduzindo nos pomares novas variedades, à partida, com elevado potencial comercial traduzido pela maior dimensão dos frutos e maior resistência ou, simplesmente, pelo aumento do período de oferta. Além da maturação, estas variedades diferem nas datas de floração que, como é sabido, são muito influenciadas pelas condições edafoclimáticas da região onde se encontram instaladas (Keulemans, 1990). Estas condições são também determinantes das características dos frutos que são produzidos, quer em termos organoléuticos quer nutricionais (Rato et al., 2008; Guerra & Casquero, 2009). À semelhança de outras fruteiras, a competitividade da ameixeira depende da utilização de material vegetal que se adapte às condições edafoclimáticas do local onde se pretende instalar o pomar (Sousa et al., 2009). Contudo, existe pouca informação disponível

sobre a adaptação de algumas das variedades cultivadas em Portugal, bem como sobre a maturação e a qualidade dos frutos.

Nesta perspetiva, o objetivo deste trabalho foi acompanhar o ciclo fenológico da coleção varietal de ameixeiras instalada num campo experimental, em Alcobaça, e avaliar a qualidade dos frutos produzidos em termos dos parâmetros físico-químicos e da atividade antioxidante.

Material e métodos

Caracterização da parcela: O estudo foi realizado na coleção varietal de ameixeiras composta por 36 variedades, instalada no Campo Experimental da Quinta Nova, pertencente à ex-Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade (ex-ENFVN), em Alcobaça, numa área aproximada de 2500 m². Cada uma das variedades da coleção é representada por 3 plantas, distanciadas na linha 3,5 m e na entrelinha 4,5 m, conduzidas maioritariamente em eixo central revestido. O solo é de textura franca, pouco alcalino (pH(H₂O)=8,1) e com baixo teor de matéria orgânica (MO=0,75%). O controlo do coberto vegetal natural foi feito através da aplicação de herbicida na linha, sendo que na entrelinha o controlo foi mecânico, procurando-se realizar o corte sempre que a altura do coberto vegetal ultrapassasse os 0,2 m. A manutenção do pomar em termos sanitários efetuou-se segundo as normas de produção integrada em vigor.

Determinações efetuadas: Em todas as árvores da coleção foram observados alguns dos estados fenológicos, nomeadamente as datas de intumescimento dos gomos, de aparecimento das primeiras flores e plena floração (50% de flores abertas), e do início e plena maturação dos frutos. À colheita, de um lote de 13 variedades recolheram-se amostras de 40 frutos por variedade e determinou-se o peso de cada fruto; o calibre e altura dos frutos foram medidos com um paquímetro digital, sendo os resultados expressos em mm. A cor da epiderme foi avaliada através do sistema colorimétrico CIELAB, sendo medidas as coordenadas colorimétricas cartesianas L* (luminosidade), a* e b*. As medições foram realizadas com um colorímetro, em três pontos equidistantes da zona equatorial do fruto.

A dureza da polpa foi determinada em três zonas equatoriais equidistantes usando um penetrómetro Durofel. O teor de sólidos solúveis totais (TSS), expresso em °Brix, obteve-se através de um refratómetro analógico manual, à temperatura ambiente. Por sua vez, a acidez total (AT) foi determinada por titulação do sumo com NaOH 0,1N, até pH 8,2, sendo os resultados expressos em gramas de ácido málico por litro de sumo.

A atividade antioxidante dos frutos foi avaliada pelo método espectralométrico baseado na redução do radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) (Blois, 1958). Os valores de absorvância foram medidos a 515 nm e a capacidade antioxidante expressa em mg de ácido ascórbico/100 g de amostra. O conteúdo de fenóis totais foi determinado espectralometricamente pelo método de Folin-Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965). As absorvâncias foram lidas a 750 nm e a concentração de fenóis totais expressa em mg de equivalente de ácido gálico/100 g de amostra com base na utilização de uma curva padrão de ácido gálico. Todas as determinações foram feitas em triplicado e os valores são apresentados sobre a forma de média (três repetições) ± erro padrão.

Resultados e discussão

A floração das ameixeiras ocorreu entre a segunda quinzena de fevereiro e a primeira quinzena de abril para todas as cultivares. Como se pode ver na Figura 1, entre as

variedades de floração temporã encontram-se a ‘Black Splendor’ com a plena floração a decorrer nos últimos dias de fevereiro, seguida da ‘Black Diamond’, ‘606’ e ‘Black Star’, com as florações a acontecerem nos primeiros 5 dias de março. Por sua vez, a ‘Royal Diamond’, ‘October Sun’ e ‘Globe Sun’ destacam-se pelas florações tardias, a decorrerem na primeira semana de abril, com a ‘Globe Sun’ a surgir como a mais tardia (plena floração a 6 de abril) (fig. 1). Nesta altura, em variedades como a ‘Black Splendor’, a ‘Black Diamond’ ou a ‘606’ já eram visíveis frutos vingados e em processo de crescimento, encontrando-se outras como a ‘Friar’ ou a ‘Primetime’ num estado fenológico mais atrasado de plena queda das pétalas.

Os primeiros frutos a surgirem em condições de serem colhidos pertenceram à ‘Red Beaut’, ‘Ambra’ e ‘606’, que foram as variedades mais temporãs com a maturação a iniciar-se a 30 de maio (semana 22) e os frutos atingirem a plena maturação na semana seguinte (fig. 2). A ‘Black Diamond’ e a ‘Fortuna’ que se tinham destacado pelas florações precoces revelaram-se como variedades de meia estação (140 e 133 dias, respetivamente), ao atingirem a plena maturação a 18 de julho (semana 29), juntamente com a ‘Ozarc Premier’, ‘Queen Rose’, ‘Eldorado’ e ‘Primetime’ (fig. 2). Entre as variedades mais tardias encontram-se a ‘Angeleno’, ‘Alpa’, ‘Sungold’ com os frutos a serem colhidos no final do mês de agosto (semana 35), com destaque para a ‘October Sun’ que atinge a plena maturação na terceira semana de setembro (fig. 2). Verifica-se que, dependendo das exigências do mercado, nas condições de Alcobça é possível escalonar a produção de modo a acompanhar todo o período de campanha da ameixa. Eventualmente, a introdução na região de novas variedades mais tardias pode prolongar um pouco mais o período de oferta, beneficiando-se dos preços mais elevados no final da época de produção.

Entre as variedades da coleção que foram analisadas, detetaram-se algumas diferenças nas características físico-químicas dos frutos (quadros 1 e 2). Como se pode ver no quadro 1, as ameixas apresentaram um peso médio entre 74 e 140 g/fruto, observando-se que a variedade ‘Black Splendor’ apresenta o peso médio mais elevado, próximo dos 140 g/fruto, seguida da ‘Sapphire’ que regista um peso médio/fruto a rondar os 125 g/fruto. Embora o calibre dos frutos esteja relacionado com as técnicas culturais, é uma característica fortemente determinada pela variedade (Crisosto et al., 1997, 2003). Com efeito, verifica-se neste estudo que os frutos de calibre médio maior (> 60 mm) foram obtidos nas variedades ‘Black Splendor’ e ‘Sapphire’, que apresentam também uma boa coloração dos frutos (quadros 1 e 2). Estes dois parâmetros determinam a aparência dos frutos e são os que mais contribuem para as preferências dos consumidores, além da coloração definir o estado de maturação e, conseqüentemente, o momento de colheita (Daza et al., 2008; Guerreiro et al., 2013). A par da coloração, a dureza é um critério também muito valorizado pelo consumidor e frequentemente usado para avaliar a qualidade dos frutos, uma vez que está diretamente relacionado com o potencial de armazenamento dos mesmos (De Ketelaere et al., 2004). À partida, os frutos mais firmes pertencem à ‘Black Gold’ e ‘Black Amber’, registando-se para a ‘606’ a dureza mais baixa. Em termos do teor de sólidos solúveis (TSS), esta variedade destaca-se das restantes analisadas pelo valor médio mais baixo, surgindo a regional ‘Santa Rosa’ com o valor médio mais alto (15,4 °Brix) (quadro 1). De um modo geral, as variedades temporãs são caracterizadas por apresentarem valores de °Brix mais baixos do que as que são colhidas mais tarde, à semelhança do que foi observado em damasqueiro e cerejeira (Lo Bianco et al., 2010; Simões et al., 2014).

Paralelamente aos sólidos solúveis totais, a acidez é uma característica que também varia com a maturação dos frutos e com as variedades (Daza et al., 2008). Neste estudo, verificou-se que a acidez é mais baixa nas ameixas das variedades ‘Royal Red’ (14,5 g ác. málico/L) e ‘Sapphire’ (14,0 g ác. málico/L), e mais elevada nas colhidas da variedade ‘Ambra’ (25,1 g ác. málico/L) (quadro 1). Para Daza et al. (2012), o TSS e a acidez são parâmetros fundamentais de qualidade dos frutos e que devem ser analisados conjuntamente, pois são essenciais para o sabor. Guerra & Casquero (2009) defendem que a relação TSS/acidez está mais relacionada com a qualidade do que o teor de acidez ou o conteúdo de sólidos solúveis por si só, e sugerem que esta relação seja usada para determinar a maturação das ameixas. Lill et al. (1989) já tinham avaliado a maturação de pêssegos e nectarinas através do cálculo da razão TSS/acidez. Na cereja, Kappel et al. (1996) referem que a preferência dos consumidores está mais ligada à relação TSS/acidez do que ao TSS. Na ameixa não é conhecido o valor ideal dessa relação, que pode variar de acordo com os hábitos alimentares de cada região, mas seria importante aprofundar este aspeto pois será útil para direcionar a utilização de certas variedades. Neste sentido, a ‘Sapphire’ e ‘Royal Red’ parecem ser variedades interessantes por apresentarem os valores mais elevados da relação TSS/acidez, que resultam essencialmente dos baixos teores de acidez, em contrapartida, a ‘Santa Rosa’ regista uma elevada relação TSS/acidez, resultante do seu alto teor em sólidos solúveis (quadro 1). Tendo em conta a preferência de muitos consumidores para o sabor agridoce em frutos de caroço (Barrett et al., 2010; Lo Bianco et al., 2010), a ‘Santa Rosa’ poderá ser uma variedade com interesse para a produção, para além da boa aparência que mostra ter em termos da luminosidade da epiderme (parâmetro L^* de 28,7) e do conteúdo em compostos antioxidantes que a caracteriza, que não é tão elevada quanto a da ‘Sapphire’ ou da ‘Black Gold’, mas que se enquadra no lote de variedades com potencial antioxidante (quadro 2). Tem, no entanto, dois inconvenientes do ponto de vista agronómico, a suscetibilidade ao rachamento e a tendência para a queda de frutos próximo da colheita.

Como já se referiu, as variedades ‘Sapphire’ e ‘Black Gold’ apresentam uma capacidade antioxidante superior à das restantes variedades analisadas, o que poderá estar relacionado com o seu elevado conteúdo em compostos fenólicos totais (quadro 2). O mesmo se verifica com a ‘Early Fortune’ e ‘Showtime’, cuja elevada capacidade antioxidante está em conformidade com o seu maior teor em compostos fenólicos. Neste trabalho verifica-se que, independentemente da variedade, a ameixa é rica em compostos fenólicos. E, dada a importância destes compostos na prevenção de processos inflamatórios, de doenças degenerativas e cardiovasculares (Pandey & Rizvi, 2009), o consumo regular de ameixa pode contribuir para uma dieta mais equilibrada.

Conclusões

Os resultados apresentados devem ser analisados como preliminares, na medida em que o presente estudo está a ser ainda desenvolvido para as restantes variedades em coleção e pretende-se que seja repetido nos próximos anos. No entanto, importa salientar que para cada zona de produção é importante conhecer as condições edafoclimáticas da região, de modo a seleccionar as variedades melhor adaptadas e que reúnam as qualidades nutricionais e organolépticas direccionadas para as preferências dos consumidores.

Referências

- Barrett, D.M., Beaulieu, J.C. & Shewfelt, R. 2010. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 50:369-389.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 26:1199-1200.
- Crisosto, C.H., Johnson, R.S., DeJong, T. & Day, K.R. 1997. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. *HortScience* 32:820-823.
- Crisosto, C.H., Crisosto, G. & Bowerman, E. 2003. Understanding consumer acceptance of peach, nectarine and plum cultivars. *Acta Horticulturae* 604:115-119.
- Daza, A., García Galavís, P.A., Grande, M.J. & Santamaría, C. 2008. Fruit quality parameters of 'Pioneer' Japanese plums produced on eight different rootstocks. *Scientia Horticulturae* 118:206-211.
- Daza, A., Camacho, M., Galindo, I., Arroyo, F.T., Casanova, L. & Santamaría, C. 2012. Comparative fruit quality parameters of several Japanese plum varieties in two newly established orchards, organic and conventionally managed. *International Journal of Food Science and Technology* 47:341-349.
- De Ketelaere, B., Lammertyn, J., Molenberghs, G., Desmet, M., Nicolai, B. & De Baerdemaeker, J. 2004. Tomato cultivar grouping based on firmness change, shelf life and variance during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology* 34:187-201.
- Guerra, M. & Casquero, P.A. 2009. Site and fruit maturity influence on the quality of European plum in organic production. *Scientia Horticulturae* 122: 540-544.
- Guerreiro, A.C., Gago, C.M.L., Miguel, M.G.C. & Antunes, M.D.C. 2013. The effect of temperature and film covers on the storage ability of *Arbutus unedo* L. fresh fruit. *Scientia Horticulturae* 159:96-102.
- INE 2017. Estatísticas Agrícolas 2016. <https://www.ine.pt/>
- Kappel, F., Fisher-Fleming, B. & Hougue, E. 1996. Fruit characteristics and sensory attributes of an ideal sweet cherry. *Hortscience* 31:443-446.
- Keulemans, J. 1990. Cropping behaviour, flowerbud formation, pollination and fruit set of different plum cultivars in Belgium. *Acta Horticulturae* 283:117-130.
- Lill, R.E., O'Donoghue, E.M. & King, G.A. 1989. Postharvest physiology of peaches and nectarines. *Horticultural Reviews* 11:413-452.
- Lo Bianco, R., Farina, V., Indelicato, S.G., Filizzola, F. & Agozzino, P. 2010. Fruit physical, chemical and aromatic attributes of early, intermediate and late apricot cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90:1008-1019.
- Pandey, K.B. & Rizvi, S.I. 2009. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2: 270-278.
- Rato, A.E., Agulheiro, A.C., Barroso, J.M. & Riquelme, F. 2008. Soil and rootstock influence on fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.). *Scientia Horticulturae* 118:218-222.
- Simões, M.P., Stuburic, I. & Kamenjak, K. 2014. Qualidade das cerejas na região da Beira Interior. *Actas Portuguesas de Horticultura* 23:213-218.

Quadro 1 - Valores médios (\pm erro padrão, n=20) do peso, diâmetro, altura, dureza, teor de sólidos solúveis (TSS) e acidez total (AT) de frutos colhidos de treze variedades de ameixeira instaladas num campo experimental da ex-ENFVN, em Alcobaça.

Variedade	Peso (g)	Diâmetro (mm)	Altura (mm)	Dureza (N)	TSS ($^{\circ}$ Brix)	AT (g ác.málico/L)
<i>Red Beaut</i>	75,01 \pm 2,17	53,06 \pm 3,18	49,76 \pm 3,03	0,428 \pm 0,01	10,6 \pm 0,2	23,3 \pm 0,3
<i>Ambra</i>	70,90 \pm 2,01	50,90 \pm 0,50	47,70 \pm 0,80	0,418 \pm 0,01	10,8 \pm 0,2	25,1 \pm 0,8
<i>606</i>	78,97 \pm 5,63	53,47 \pm 3,83	50,45 \pm 4,01	0,317 \pm 0,01	9,4 \pm 0,40	18,8 \pm 1,0
<i>Royal Red</i>	75,53 \pm 7,01	53,16 \pm 1,39	48,83 \pm 1,49	0,372 \pm 0,01	12,4 \pm 0,4	14,5 \pm 0,1
<i>Black Splendor</i>	137,41 \pm 8,34	65,75 \pm 6,52	54,87 \pm 4,12	0,440 \pm 0,02	11,6 \pm 0,4	22,6 \pm 0,0
<i>Black Beaut</i>	94,72 \pm 5,82	57,29 \pm 2,83	55,37 \pm 3,21	0,455 \pm 0,01	10,8 \pm 0,2	19,4 \pm 0,2
<i>Black Star</i>	73,69 \pm 6,41	52,09 \pm 2,77	46,74 \pm 3,25	0,470 \pm 0,09	11,5 \pm 0,4	19,6 \pm 0,1
<i>Black Amber</i>	90,59 \pm 3,33	57,17 \pm 2,35	49,85 \pm 4,79	0,494 \pm 0,07	10,7 \pm 0,2	21,9 \pm 0,7
<i>Black Gold</i>	104,78 \pm 10,9	59,11 \pm 4,43	54,78 \pm 4,56	0,498 \pm 0,02	13,3 \pm 0,3	23,3 \pm 0,2
<i>Showtime</i>	88,59 \pm 4,79	55,06 \pm 3,68	49,86 \pm 3,83	0,383 \pm 0,01	11,2 \pm 0,2	16,7 \pm 1,3
<i>Early Fortune</i>	97,10 \pm 6,17	54,14 \pm 3,14	53,75 \pm 3,09	0,464 \pm 0,01	11,4 \pm 0,2	24,1 \pm 0,2
<i>Sapphire</i>	125,22 \pm 8,82	62,13 \pm 2,58	53,90 \pm 2,61	0,437 \pm 0,01	11,4 \pm 0,2	14,0 \pm 0,6
<i>Santa Rosa</i>	74,61 \pm 3,10	50,70 \pm 0,81	50,10 \pm 0,80	0,394 \pm 0,02	15,4 \pm 0,4	23,1 \pm 0,7

Quadro 2 - Valores médios (\pm erro padrão, n=20) da luminosidade (L*) e das coordenadas a* e b*, da capacidade antioxidante e dos compostos fenólicos totais de frutos colhidos de treze variedades de ameixeira instaladas num campo experimental da ex-ENFVN, em Alcobaça. Abreviaturas: PF, peso fresco; EAG, equivalente de ácido gálico.

Variedade	L*	a*	b*	Capacidade antioxidante (mg ác. ascórbico/100 g PF)	Compostos fenólicos (mg EAG/100 g PF)
<i>Red Beaut</i>	26,68 \pm 0,33	19,91 \pm 0,54	5,05 \pm 0,39	21,70 \pm 0,16	129,24 \pm 7,72
<i>Ambra</i>	26,28 \pm 0,38	18,08 \pm 0,47	4,00 \pm 0,40	22,98 \pm 0,11	152,78 \pm 0,75
<i>606</i>	25,31 \pm 0,34	17,47 \pm 0,41	4,28 \pm 0,32	6,93 \pm 0,05	92,45 \pm 0,84
<i>Royal Red</i>	26,26 \pm 0,64	17,13 \pm 0,74	5,90 \pm 0,63	21,29 \pm 0,58	165,93 \pm 5,52
<i>Black Splendor</i>	25,44 \pm 0,44	10,30 \pm 0,93	1,56 \pm 0,51	76,19 \pm 1,86	291,30 \pm 5,51
<i>Black Beaut</i>	27,72 \pm 0,42	13,56 \pm 0,56	4,31 \pm 0,52	45,85 \pm 0,50	189,76 \pm 24,42
<i>Black Star</i>	25,98 \pm 0,38	9,28 \pm 0,83	1,76 \pm 0,49	83,08 \pm 3,45	236,14 \pm 24,85
<i>Black Amber</i>	26,14 \pm 0,26	7,92 \pm 0,45	0,29 \pm 0,22	58,37 \pm 1,44	125,26 \pm 5,53
<i>Black Gold</i>	26,03 \pm 0,24	8,91 \pm 0,68	1,24 \pm 0,32	117,75 \pm 4,81	337,23 \pm 48,67
<i>Showtime</i>	27,99 \pm 0,52	17,62 \pm 1,32	4,40 \pm 0,68	105,75 \pm 2,79	294,15 \pm 23,99
<i>Early Fortune</i>	25,83 \pm 0,29	15,04 \pm 0,62	2,35 \pm 0,28	103,48 \pm 2,02	302,23 \pm 14,35
<i>Sapphire</i>	26,69 \pm 0,46	11,75 \pm 0,83	1,36 \pm 0,42	122,80 \pm 3,79	302,21 \pm 20,66
<i>Santa Rosa</i>	28,71 \pm 0,74	17,16 \pm 1,18	5,90 \pm 0,83	86,87 \pm 2,30	202,57 \pm 35,14

Análise de mercado de açaí e perspectivas futuras no estado do Pará, Brasil

Socorro Taynara Braga Cristo, Brenda Karina Rodrigues da Silva, Arthur Simões Taverny, Mônica Nazaré Corrêa Ferreira Nascimento & Ligiana Lourenço de Souza

Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, taaynaracristo@hotmail.com

Resumo

Esse trabalho tem por objetivo analisar o mercado do açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.), orientando a tomada de decisões de potenciais investidores que pretendem alocar recursos na agroindustrialização desse produto. A área de estudo é a Microrregião Metropolitana de Belém (MMB), estado do Pará. A fonte e a forma de coleta de dados foram informações secundárias e primárias, tendo sido aplicados questionários junto a dez indústrias de beneficiamento de açaí e os dados foram organizados em cinco grupos: produtos ofertados; quantidade produzida; comercialização; estratégia de mercado e entraves do setor. Os principais produtos produzidos são: polpa, mix de açaí, açaí liofilizado e sorbet. Ressaltam-se que 90% dos entrevistados comercializam a polpa e 40% o mix de açaí. Quanto às vendas, tudo que é ofertado no mercado é absorvido pela demanda. Por se tratar de um produto sazonal, a oferta é variável. Na entressafra, a matéria prima é escassa, razão pela qual 20% das indústrias entrevistadas informaram parar sua produção nesse período, 20% reduzem o destino de oferta e 60% produzem normalmente. Quanto à comercialização, 100% das empresas entrevistadas exportam o produto para o mercado nacional, sendo a região sudeste o principal destino (50%). Das empresas entrevistadas, 70% vendem o produto para o mercado internacional e 20% se interessam em diversificar seu mercado. A principal estratégia utilizada pelas empresas para se manter nesse mercado é investir na qualidade do produto e dentre os entraves nessa produção, destaca-se a escassez de matéria prima na entressafra, aumentando a capacidade ociosa das indústrias, elevando os custos com a aquisição dessa matéria prima. Apesar das dificuldades, em função da crescente demanda de mercado, as perspectivas para esse segmento são favoráveis, constituindo-se numa excelente alternativa de investimento, entretanto, há necessidade de se investir em tecnologia para expandir a oferta de matéria prima, principalmente no período da entressafra.

Palavras-chave: *Euterpe oleracea* Mart., fruticultura tropical, comercialização, Arecaceae, indústria de processamento.

Abstract

Analysis of the açaí market and future perspectives in the state of Pará, Brazil.

The objective this work was to analyze the açaí market (*Euterpe Oleracea* Mart.), orienting to take decisions of potentials investors who intend to allocate resources in agroindustrialization of this product. The study area was the Belém Metropolitan Microregion (MMB), in the State of Pará. Data sources were secondary and primary information, and questionnaires were applied to ten açaí processing industries and data

were organized into five groups: products offered; quantity produced; commercialization; market strategy and industry constraints. The main products produced are: pulp, açai mix, lyophilized açai and sorbet. It is noteworthy that 90% of the interviews market the pulp and 40% the açai mix. As for sales, everything that is offered in the market is absorbed by demand. Because it is a seasonal product, supply is variable. In the off-season, the raw material is scarce, which is why 20% of the industries interviewed reported stopping their production in this period, 20% reducing the supply destination and 60% producing normally. Regarding marketing, 100% of the companies interviewed export the product to the national market, with the southeast region being the main destination (50%). Of the companies interviewed, 70% sell the product to the international market and 20% are interested in diversifying their market. The main strategy used by companies to stay in this market is to invest in product quality. Among the obstacles, the shortage of raw material in the off-season is highlighted, increasing the idle industries capacity, increasing the costs with the acquisition of this production. Despite the difficulties, due to the growing market demand, the outlook for this segment is favorable, constituting an excellent investment alternative, however, there is a need to invest in technology to expand the supply of raw material, especially in the off season.

Keywords: *Euterpe Oleracea* Mart., Tropical fruticulture, commercialization, Arecaceae, processing industry.

Introdução

O açai (*Euterpe Oleracea* Mart.) é um fruto típico e popular da região amazônica, que nos últimos anos ganhou importância aos benefícios à saúde, associados à sua composição fitoquímica e a capacidade antioxidante. O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador de polpa de açai produzida a partir dos frutos do açazeiro (Menezes et al., 2008). Esse fruto é comercializado e consumido, principalmente, pela população local nas regiões produtoras do Pará, Maranhão, Amapá, Acre e Rondônia. Com o crescimento do mercado, esse produto passou a ser consumido também nas capitais e grandes cidades das regiões Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul.

Atualmente, a exportação de açai passou a ser feita para Estados Unidos, Japão, China e alguns países da Europa (Portinho et al., 2012). Por possuir alto valor energético, ser nutritivo e antioxidante o açai é muito procurado no mundo todo. Ademais, trata-se de uma cultura de grande potencial produtivo no estado do Pará.

De acordo com Nascimento et al. (2010) o *E. Oleracea* Mart. é uma palmeira conhecida como açazeiro e se destaca economicamente pelo potencial mercadológico de seus produtos, representados, principalmente, pelo palmito e pelo suco extraído do fruto. Em especial, no mercado de açai, com a expansão do consumo da sua polpa para outras regiões do país e para o exterior, ocorreu um crescente interesse pela produção dos frutos, tanto por parte das populações ribeirinhas quanto pelas indústrias processadoras. Os ribeirinhos, que antes se dedicavam principalmente à extração do palmito e à coleta do fruto para sua subsistência, comercializando um pequeno excedente, passaram a se concentrar na coleta e venda dos frutos em virtude da valorização da polpa (Sebrae, 2013).

O aumento das exportações de açai vem provocando a sua escassez e, por conseguinte, a elevação dos preços ao consumidor local em grande parte do ano, principalmente no período de entressafra (Oliveira et al., 2015). Por conta da produção estar

concentrada em agricultores ribeirinhos, não há tecnologia disponível que permitam a produção de volumes da fruta que atenda à demanda das indústrias, principalmente, na entressafra.

O açaí é um produto sazonal e na entressafra ocorre desabastecimento ao ponto de algumas lojas de batedores de açaí, em Belém, fecharem temporariamente suas portas por não ter produto, sendo que o abastecimento para o mercado de Belém em época de entressafra ocorre pela produção nas localidades mais próximas, tais como, Amapá e Maranhão (Banco do Brasil, 2010).

Trento et al. (2011) aborda que a escolha do mecanismo de comercialização envolve ações que se adaptem à escala desejada, ao tipo de qualificação do trabalho, ao relacionamento com fornecedores, clientes e prestadores de serviços e à existência de estratégias competitivas. O processo de comercialização tem início com a produção, mas não se limita a isso, passando pelo beneficiamento, embalagem, compra, venda e atividades de logística. Essa dinâmica de produção para permanência no mercado, implica que os produtores tenham volume, qualidade, diversidade e regularidade de oferta.

Mediante o exposto, esse trabalho teve por objetivo fazer uma análise mercadológica do açaí, com a finalidade de orientar a tomada de decisões de potenciais investidores, principalmente aqueles que pretendem alocar recursos na agroindustrialização desse produto, beneficiando-se de todo o potencial produtivo dessa cultura no estado do Pará.

Material e Métodos

O estudo foi feito na Microrregião Metropolitana de Belém (MMB), no estado do Pará e os dados foram obtidos a partir de fontes primárias e secundárias. Para obtenção de dados primários, foram aplicados questionários com perguntas objetivas e subjetivas, junto a dez indústrias de beneficiamento de açaí.

Os dados primários foram organizados em cinco grupos para analisar e obter dados de fontes secundárias: I - produtos, abrange a industrialização do fruto; II - quantidade de produto, abordando a demanda e oferta da matéria-prima; III - comercialização, focando nos compradores atuais dos produtos; IV - estratégia, observando as habilidades das empresas no mercado atual e suas perspectivas para os próximos anos e V - entraves, dando ênfase às principais dificuldades enfrentadas pelas indústrias.

Sobre as questões objetivas as que eram referentes às estratégias, o entrevistado respondeu classificando os quesitos por ordem de importância atribuindo notas. A análise desses dados foi feita com média simples e classificação por média obtida.

Os dados secundários foram obtidos a partir de banco de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), os dados se encontram classificados como Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura.

Resultados e Discussão

O açaí é comercializado, principalmente na forma de polpa (90%), seguido do mix de açaí (40%), os quais são misturas de suco do açaí com outras frutas, há também entre o total das empresas 20% que trabalham com açaí liofilizado, 20% produz sorbet e 10% batem açaí para outras empresas (fig. 1). Os principais produtos produzidos pelas empresas de processamento de açaí servem de matéria prima para produção de produtos

industrializados com maior valor agregado, podendo esses produtos serem beneficiados na região para maior incremento na receita das empresas locais, pois fora do estado o consumo da polpa do açaí não é interessante por conta de o consumidor final preferir a bebida mista de açaí com xarope de outras frutas ou pílulas com açaí em pó na sua composição.

Com relação aos pontos fortes, as empresas consideram os relacionados ao processo produtivo (fig. 2), classificado por ordem de importância, quais sejam: mão de obra qualificada; capacidade empresarial; clima favorável; tamanho do mercado; terra apropriada e barata; fácil acesso à informação; salários baixos; baixo custo de transporte e poder de compra do consumidor. A questão que obteve a maior média foi referente à mão de obra qualificada (8,5), pois com o acompanhamento de profissionais qualificados o empreendimento tem uma maior segurança para produção, e a que obteve menor média foi referente ao poder de compra do consumidor (2,5). Os entrevistados afirmam que a demanda do açaí é alta, e, por isso, acreditam que quanto mais açaí for ofertado maior será referida demanda, pois a oferta ainda está muito aquém da mesma, não sendo objeto de preocupação das empresas a insuficiência de demanda por produtos.

Segundo Nogueira et al. (2013) o açaí se caracteriza como produto inelástico, ou seja, elevações nos níveis de preços tendem a provocar uma redução menos que proporcional nas quantidades demandadas, mostrando, assim, a aceitabilidade desse produto no mercado quanto à manutenção da variação de preço mesmo com o aumento da oferta. Essa afirmação é ratificada pelas informações obtidas junto às indústrias entrevistadas nesta pesquisa.

Os principais destinos da produção de açaí pelas indústrias entrevistadas são os mercados nacional e internacional, pois no mercado local não se tem uma aceitabilidade boa dos produtos dessas indústrias, e isso está relacionado ao aspecto cultural, pois os paraenses não gostam do açaí processado e nem desse produto misturado a outros produtos, ao contrário dos consumidores externos.

No que se refere ao principal mercado consumidor do açaí paraense, que é a região sudeste do país, os principais estados consumidores são Rio de Janeiro e São Paulo, ressaltando-se que é nesta região que ficam as empresas que interligam o mercado nacional com o internacional, responsáveis pelos trâmites referentes à comunicação, acordo de venda e despacham a documentação necessária para o envio da mercadoria.

A região Nordeste é o segundo mais expressivo demandante do açaí paraense, sendo responsável por 30% do destino das indústrias entrevistadas, já nesse mercado é destinado principalmente para beneficiamento do produto, seguido das regiões sul e centro-oeste, que são responsáveis por 10% da destinação, apresentando uma demanda crescente, segundo os entrevistados, porém ainda com pouca expressividade (fig. 3).

No que refere à comercialização em escala internacional (fig. 4) todas as empresas comercializam para o país de origem (Brasil) e 70% exportam seus produtos para outros países, sendo os citados pelos entrevistados em ordem de maiores consumidores internacionais os seguintes países: Portugal, Estados Unidos da América, Austrália Japão e África do Sul, respectivamente. Ressalta-se que dos 30% dos entrevistados que não exportam para o mercado internacional, correspondente a três empresas, apenas uma empresa informou que não tem planos para atender a esse mercado.

Para se manterem no mercado as empresas utilizam várias estratégias comerciais, sendo as mais utilizadas as descritas na fig. 5, quais sejam: investimento na qualidade do produto (60%); treinamento de mão de obra (20%); atendimento aos padrões de qualidade e

de mínima agressão ao ambiente (20%); propaganda e marketing para vender o produto no mercado de comércio exterior (10%); departamento comercial para observar as tendências de mercado mundiais/certificação (10%) e utilização de tecnologia e redução de custos (10%).

A abrangência das dificuldades enfrentadas por um setor é de importância para visualização dos riscos potenciais que um investimento corre e foram elencadas (fig. 6) as dificuldades de aquisição de fruto para produção industrial do açaí, sendo que todas as empresas visitadas afirmaram que na safra não existe nenhuma dificuldade, a quantidade e qualidade do fruto necessária para produzir os produtos são de fácil obtenção e não há barreiras de mercado para novos produtos, porém, na entressafra, esse cenário é diferente, por conta de que nesse período não há uma produção suficiente de fruto para manter a capacidade produtiva em nível igual ao do período da safra, elevando-se a capacidade ociosa dessas indústrias. Dentre as principais dificuldades elencadas pelos entrevistados, destacam-se as seguintes: escassez do produto na entressafra, elevando seu preço (80%), baixa qualidade do fruto na entressafra (30%) e distância da matéria prima (10%).

Paes de Souza et al. (2011) mostram que a escassez dos recursos para produção, comercialização e distribuição do produto açaí nativo deve ser combatido, pois caracteriza-se como um obstáculo para a inovação e o desenvolvimento, impedindo o uso de conhecimento existente por parte dos trabalhadores.

Em questões voltadas para a entressafra (fig. 7) foi observado como as empresas se comportam nesse período, em todas as empresas entrevistadas, 60% conseguem manter sua oferta; 10% diminuem seu ritmo de produção, atendendo apenas o mercado nacional; 10% atendem apenas o mercado local e 20% param a sua produção por conta de não ser viável o funcionamento neste período.

A utilização de um sistema de irrigação em cultivos de açazeiro apresenta como vantagem a produção contínua de frutos, principalmente, na entressafra, época em que a oferta é escassa e o preço alcança o triplo da safra, garantindo maior lucro ao produtor (Nogueira, 2011). De acordo com Nogueira & Santana (2009), o ciclo produtivo do açaí intercala com o ciclo produtivo da bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.), que é o principal substituto do açaí, ou seja, há potencial para exploração de outras culturas substitutas ao açaí na sua entressafra, podendo estimular o mercado com a diversificação de frutícolas nativas.

Os dados sobre o avanço na quantidade produzida de fruto de açaí retirados do IBGE (2016) (fig. 8) mostra que o aumento na sua produção não supre a demanda do mercado mundial, pois é observado que toda a quantidade ofertada é incorporada ao mercado com facilidade independentemente do valor atribuído ao produto, mesmo que uma boa safra, em dado ano, tende a estimular os produtores a ampliarem suas áreas de plantio e, ou de extração, visando a aumentar a oferta desse produto (Nogueira et al., 2013). Ressalta-se que mesmo com os avanços em termos de quantidade produzida, pode-se inferir que os mesmos ainda são insuficientes para produzir um equilíbrio entre oferta e a demanda desse produto no mercado, fato este constatado por esta pesquisa.

Conclusões

Os produtos industrializados de maior aceitabilidade no segmento do açaí são as polpas, por serem destinados tanto para o consumo direto, como também servem de

matéria-prima para outros produtos processados, ou seja, trata-se de um produto de demanda derivada em que os principais consumidores são as indústrias de beneficiamento.

As quantidades dos produtos ofertados variam na safra e entressafra do açaí, por conta da sazonalidade da espécie, ocasionando aumento de custos com a aquisição da matéria prima, porém, o preço elevado não influencia da demanda dos produtos, que permanece elevada, tratando-se, portanto, de um produto cuja demanda é inelástica às variações de preços, conforme aponta Nogueira et al. (2013).

No âmbito local, ou seja, no estado do Pará, os resultados da pesquisa apontam que há uma resistência por parte dos consumidores à aceitação do açaí industrializado, tornando a exportação em níveis nacional e internacional mais interessantes comparativamente à destinação local desse produto pelas unidades de beneficiamento que foram objetos da presente pesquisa.

Quanto às estratégias adotadas pelas empresas, verificou-se que os investimentos em qualidade do produto é a prática utilizada para aumentar a competitividade das empresas nesse mercado.

Quanto aos entraves encontrados pelas empresas, merece destaque o elevado custo da matéria-prima no período da entressafra, em que a quantidade e a qualidade do fruto são reduzidas drasticamente, conforme apontado por essa pesquisa.

Mediante o exposto, pode-se inferir que o mercado do açaí carece de novos investimentos tanto na produção quanto no processamento do fruto para exportação, pois não há barreiras à entrada de novas empresas nesse setor. Quanto às dificuldades atualmente enfrentadas pelos empresários, as mesmas podem ser superadas com adoção de tecnologia para expandir as áreas de plantio dessa cultura visando atender à demanda crescente pelo fruto do açaí, principalmente no período da entressafra. Portanto, em função da crescente demanda de mercado, as perspectivas para esse segmento são favoráveis, constituindo-se numa excelente alternativa de investimento.

Referências

- Banco do Brasil. 2010. Fruticultura, açaí. desenvolvimento regional sustentável, 2, 48.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. www.sidra.ibge.gov.br
- Menezes, E.M. da S., Torres, A.T. & Srur, A.U.S. 2008. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. *Acta Amazonica* 38:2.
- Nascimento, W.M.O. do, Cicero, S.M. & Coelho, A.D. da L. 2010. Conservação de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* mart.). *Revista Brasileira de Sementes* 32(1):24-33.
- Nogueira, A.K.M. 2011. As tecnologias utilizadas na produção de açaí e seus benefícios socioeconômicos no estado do Pará. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 73p.
- Nogueira, A.K.M. & de Santana, A.C. 2009. Análise de sazonalidade de preços de varejo de açaí, cupuaçu e bacaba no estado do Pará. *Revista de Estudos Sociais* 11(21):7-22.
- Nogueira, A.K.M., Santana, A.C., & Garcia, W.S. 2013. A dinâmica do mercado de açaí fruto no Estado do Pará: de 1994 a 2009. *Revista Ceres* 60(3).
- Oliveira, M., Farias Neto, J.T. de, & Queiroz, J.A.L. de. 2015. Açaizeiro: cultivo e manejo para produção de frutos. Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Encontro Amazônico de Agrárias, 7. Belém, PA. Segurança alimentar: diretrizes para Amazônia. Belém, PA: UFRA.

- Paes de Souza, M., Silva, T.N. da, Pedrozo, E.Á., & de Souza Filho, T.A. 2017. O produto florestal não madeirável (PFNM) Amazônico açaí nativo: proposição de uma organização social baseada na lógica de cadeia e rede para potencializar a exploração local. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia* 3(2):44-57.
- Portinho, J.A., Zimmermann, L.M., Bruck, M.R. 2012. Efeitos benéficos do açaí. *International Journal of Nutrology* 5(1):15-20.
- SEBRAE. 2013. Açaí Unidade de acesso a mercados. Consultora: Graciela Montero Cunha. Informações de mercado sobre frutas tropicais – açaí.
- Trento, E.J., Sepulcri, O. & Morimoto, F. 2011. Comercialização de frutas, legumes e verduras. Curitiba: Instituto Emater.

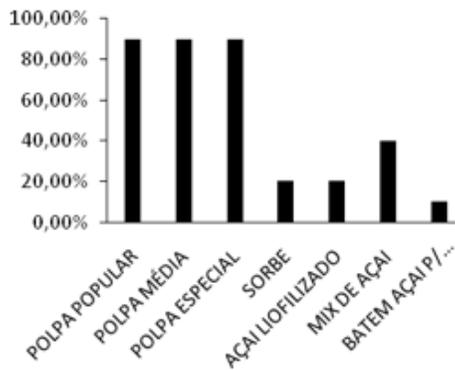


Figura 1 - Quantidade de empresas que trabalham com os produtos descritos pelas mesmas.

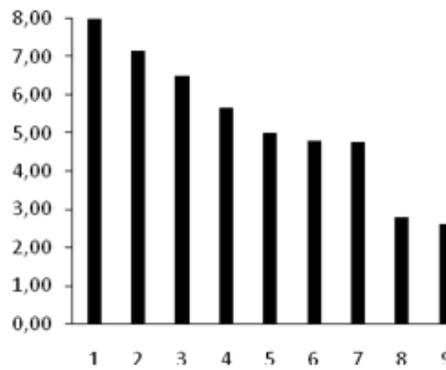


Figura 2 - Pontos fortes relacionados ao processo produtivo. As colunas representam mão de obra qualificada (1), capacidade empresarial (2), clima favorável (3), tamanho do mercado (4), terra apropriada e barata (5), fácil acesso a informação (6), salários baixos (7), baixo custo de transporte (8), poder de compra do consumidor (9).

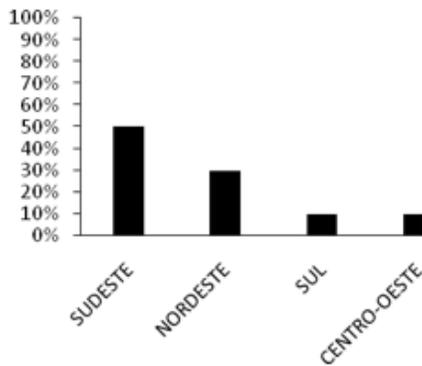


Figura 3 - Destino nacional dos produtos das empresas.

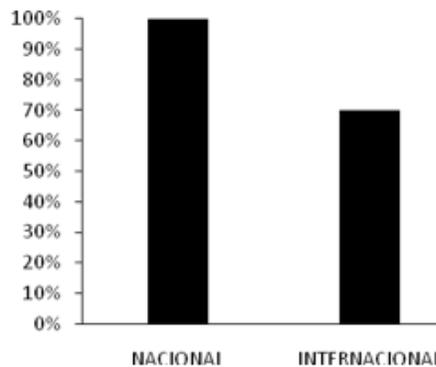


Figura 4 - Destino da produção no mercado mundial

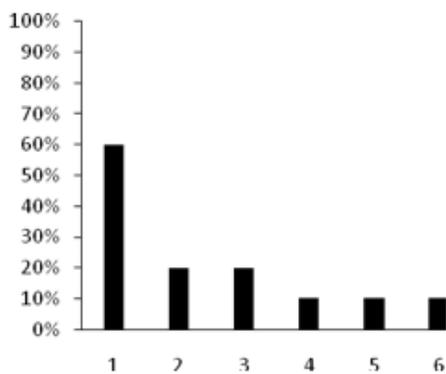


Figura 5 - Estratégias utilizadas pelas empresas para se manter dentro do mercado. Investimento da qualidade do produto (1), treinamento de mão de obra (2), atendimento aos padrões de qualidade e de mínima agressão ao ambiente (3), propaganda e marketing para vender o produto no mercado de comercio exterior (4), departamento comercial para observar as tendências mundiais (5), utilização de tecnologia e redução de custos (6).



Figura 6 - Dificuldades citadas para funcionamento das empresas.

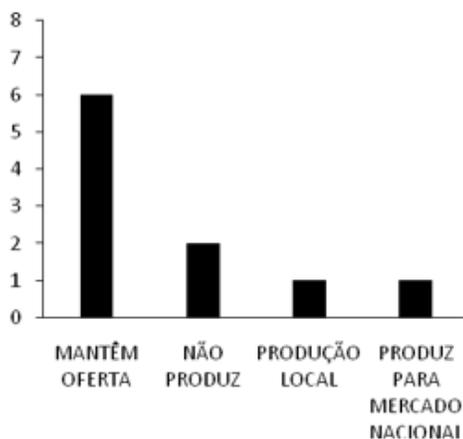


Figura 7 - Funcionamento de fábricas de acordo com a época produtiva do fruto.

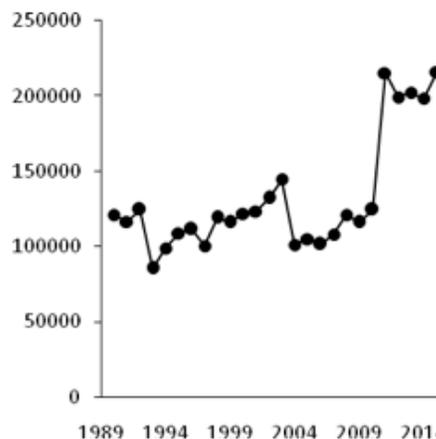


Figura 8 - Evolução da quantidade produzida do açai fruto (IBGE, 2016).

Influência da iluminação LED no desempenho fotossintético e na produtividade de *Fragaria ×ananassa* em substrato

F. Pestana¹, J.N.Semedo², P. Scotti-Campos², C.M. Oliveira¹ & M.G. Palha²

¹LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, Portugal

²Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., UEIS-SAFSV/UEIS-BRG, Av. da República, Quinta do Marquês, 2784-505 Oeiras, Portugal

Resumo

Durante o crescimento e desenvolvimento das plantas, fatores ambientais como a radiação solar e a temperatura podem ser limitantes no período outono-inverno quando a intensidade luminosa e a temperatura são mais baixas, afetando a atividade fotossintética e a produtividade. Um acréscimo de luz, através do uso de lâmpadas LED (*light-emitting diodes*), pode minimizar os impactos negativos para a fisiologia da planta em condições menos favoráveis de luminosidade, nomeadamente em zonas temperadas (dias curtos). São poucos os estudos efetuados para avaliar a influência do fator luz no comportamento do morangueiro em termos de eficiência fotossintética e nos diferentes componentes da produção, nas condições ambientais portuguesas. Neste sentido, foram avaliados alguns parâmetros fisiológicos e a produtividade de oito cultivares de morangueiro ('Albión', 'Camarosa', 'Liberty', 'Merced', 'Rabida', 'Reliance', 'San Andreas' e 'Splendor') sujeitas a dois tratamentos de luz (com e sem lâmpadas LED) e conduzidas em dois tipos de substrato [fibra de coco (Coco) e mistura de casca de pinheiro compostada, turfa e fibra de coco (M1)]. O ensaio decorreu no complexo de estufas do INIAV, I.P., em Oeiras e a programação da luz foi diária com início em novembro até ao final de fevereiro. O comportamento fisiológico das plantas foi avaliado em duas fases: floração e plena frutificação. Durante a floração, na maioria dos casos, as plantas sujeitas à luz LED apresentaram maiores valores da taxa fotossintética líquida (P_n) e menores valores de transpiração (E) em relação ao controlo. Este efeito variou entre cultivares e substrato. Na fase de plena frutificação (já sem o tratamento de luz), os valores de P_n foram mais baixos, com diferenças entre cultivares e modalidades de substrato. O teor de clorofilas (SPAD) variou apenas em função da cultivar ($p < 0,05$), nas duas fases de avaliação. Um suplemento de luz durante o outono não influenciou a produtividade das cultivares. A produtividade das plantas conduzidas em substrato Coco foi, em média, 23% superior à das plantas em substrato M1. A maior produtividade ocorreu nas cvs. Rabida, Camarosa e San Andreas. Estes resultados sugerem que o desempenho fotossintético e a produtividade da *Fragaria ×ananassa* estão mais dependentes do genótipo e do substrato do que da luz adicional. Contudo, um suplemento de luz em condições limitantes de radiação pode contribuir para um melhor desempenho fotossintético das plantas de morangueiro.

Palavras-chave: morangueiro, cultivares, fotossíntese, clorofila, produtividade.

Abstract

Effect of supplemental LED lighting on photosynthetic activity and yield of *Fragaria ×ananassa* in substrate cultivation

During plant growth and development, environmental factors such as solar radiation and temperature may be limiting in the fall-winter period when light intensity and temperature are lower, affecting photosynthetic activity and productivity. Increasing light intensities with supplemental illumination in greenhouse crops can minimize negative impacts on plant physiology, especially in temperate zones (short days). There are few studies on the influence of the light factor on strawberry behavior in terms of photosynthesis efficiency and yield components under Portuguese forced systems cultivation. Therefore, the main objective of this study was to evaluate the response of eight strawberry cultivars ('Albion', 'Camarosa', 'Liberty', 'Merced', 'Rabida', 'Reliance', 'San Andreas' and 'Splendor') to two lighting regimes (with and without LED light) and to two types of commercial substrate (Coco – 100% coconut fiber and M1 - 40% pine bark + 40% peat + 20% coconut-fiber). LED lighting (LED 18W) was applied daily from November to February. The trial was conducted in a glasshouse. Photosynthetic parameters (leaf gas exchange and chlorophyll content) were measured at flowering and fruiting stage and productivity (early and total fruit yield) along the fruiting cycle. In the majority of the cases, during flower stage plants subjected to LED light presented higher values of net photosynthetic rate (P_n) and lower values of transpiration (E) compared to control plants. This effect varied between cultivars and substrate. During fruit production (without light treatment), P_n values were lower, with major differences between cultivars. Chlorophyll content (SPAD) differed among cultivars. A light supplement during the fall did not influence the productivity of the cultivars. The productivity of the plants conducted on Coco substrate was, on average, 23% higher than the plants in substrate M1. The highest productivity occurred in 'Rabida', 'Camarosa' and 'San Andreas'. These findings suggest that under Portuguese glasshouse cultivation, *Fragaria ×ananassa* photosynthetic activity and yield performance relied more on genotype and substrate type than on additional light. However, a supplemental illumination during growth periods with lower light levels may contribute to a better photosynthetic plant performance.

Keywords: strawberry, cultivars, photosynthesis, chlorophyll, yield.

Introdução

Fragaria ×ananassa é um híbrido octoplóide que deu origem à maior parte das variedades de morangueiro cultivadas nas várias regiões produtoras no mundo. As variedades comerciais (cultivares) são de adaptação microclimática, apresentando um melhor desempenho em meios agroambientais semelhantes aos meios onde foram seleccionados (López-Aranda, 2008). A adaptação morfológica e fisiológica a outros meios é expressa pela interação genótipo x ambiente.

Devido à crescente competitividade no setor do morango tem-se verificado grandes mudanças nas tecnologias de produção de morango. Os produtores têm recorrido à produção do fruto em cultura sem solo (substrato e NGS) em estufa para aumentar a precocidade e a produtividade. No entanto, no período de outono-inverno alguns fatores ambientais como a intensidade luminosa e a temperatura podem ser limitantes, afetando a atividade fotossintética e a produtividade da planta (Oda, 1997; Li et al. 2012). Um

acréscimo de luz através do uso de lâmpadas tem demonstrado o efeito positivo na melhoria do crescimento e desenvolvimento da planta (Gottdenker et al., 2001; Folta & Childers, 2008; Palha & Oliveira, 2017).

Nas regiões situadas a maiores latitudes, a luz é considerada um dos fatores ambientais mais restritivos para o crescimento das plantas do morangueiro, pois a partir de setembro o fotoperíodo e a intensidade da luz decrescem influenciando diretamente a fotossíntese e a produtividade (Oda, 1997; Nestby & Trandem, 2013; Hidaka et al., 2013).

A tecnologia da iluminação artificial com recurso a lâmpadas (fluorescentes, vapor de sódio e LED – *light emitting diodes*) tem sido estudada em várias culturas, em torno de três variáveis da luz: qualidade (cor e comprimento de onda), quantidade (fluxo e frequência de fotões) e duração da luz (fotoperíodo). No seu conjunto estes três parâmetros influenciam a arquitectura da planta, o crescimento vegetativo e a floração, a atividade fotossintética das folhas e a produtividade (Takeda et al., 2008; Li et al. 2012; Hidaka et al., 2013).

A determinação das trocas gasosas (fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração) pode constituir uma importante ferramenta na avaliação de adaptação e estabilidade dos génotipos aos diferentes sistemas de produção existentes nas regiões produtoras de morango.

São poucos os estudos efetuados sobre a influência do fator luz na eficiência fotossintética do morangueiro nas regiões produtoras a sul da Europa com condições ambientais mais favoráveis e mais competitivas, onde se inclui Portugal. Assim, com este trabalho pretendeu-se avaliar alguns parâmetros fisiológicos e a produtividade da planta em diferentes génotipos de *Fragaria × ananassa* sujeitos a um suplemento de luz LED durante o período outono-inverno, na cultura em substrato.

Material e métodos

O estudo decorreu no *campus* de Oeiras do INIAV, I.P. (38° 41' N, 09° 19' W), num compartimento do complexo de estufas de vidro dividido em 2 setores, com (L1) e sem iluminação artificial (L0). O delineamento experimental de 3 fatorial (2x2x8) foi em *split-split plot* com 3 repetições, sendo o fator principal a iluminação LED, o subfactor substrato e subfactor cultivar, com 21 plantas por tratamento.

A iluminação, constituída por 35 projetores, foi feita com lâmpadas *Philips Green power LED 18W (flowering deep red/white)*, com um fluxo de fotões de 22 $\mu\text{mol s}^{-1}$, e gerida pelo sistema automático de dados climáticos do complexo de estufas. A programação da luz foi diária (das 8:00h às 10:00h e das 16:00h às 18:00h) quando a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) era inferior a valores entre 150 e 200 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, com início em novembro até ao final de fevereiro. Para a medição da radiação PAR utilizou-se um data logger colocado no setor L0. Utilizaram-se 2 substratos comerciais, Coco, constituído por fibra de coco, e M1, composto por casca de pinheiro compostada (40%), turfa (40%) e fibra de coco (20%), desenvolvido especialmente para o morango e testaram-se oito cultivares, Albión, Camarosa, Liberty, Merced, Rabida, Reliance, San Andreas e Splendor, fornecidas pela M.A.A.E. Empresa Agrícola Alfredo Mota, Lda. Plantas frescas foram cultivadas em sacos de polietileno preto com 150 μm de espessura, 1m de comprimento e 28L de volume, colocados sobre uma estrutura metálica com 1,5 m de altura. A plantação foi efetuada em linhas duplas, colocando as plantas de forma alternada, com compasso de 0,15 x 0,15 m nos sacos o que correspondeu a uma densidade

de plantação de 14 plantas/m² (7 plantas por metro linear). A fertirega foi diária e realizada de igual modo em todos os tratamentos, utilizando-se adubos líquidos nitrato de cálcio (8,6% N; 17% CaO), NPK (4% N; 8% P₂O₅; 12% K₂O) e micronutrientes. Os níveis de nutrientes e a condutividade elétrica foram ajustados ao longo do ciclo da planta, de acordo com Guérineau et al. (2003). A fertilização iniciou-se 15 dias após a plantação, com um sistema de rega gota-a-gota e programado para 5 a 7 regas por dia em função da percentagem dos drenados.

Os parâmetros das trocas gasosas das plantas foram avaliados na floração, (83 DAP), e em plena frutificação (184 DAP). As taxas da fotossíntese líquida aparente (P_n), da condutância estomática (g_s) e da transpiração (E) foram determinadas com um analisador portátil de gases por infravermelhos (IRGA, Infra Red Gas Analyser Li-Cor 6400, LiCor, Lincoln, USA) em sistema aberto, com uma câmara de 6 cm² e com sistema integral de luz LED azul-vermelho. As medições foram efetuadas no período da manhã (10:00-12:00h) em folhas adultas expandidas (9 plantas por tratamento) a uma irradiância de ca. 600-700 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

O índice de SPAD foi determinado por um medidor portátil SPAD-502 (Minolta Camera Co, Osaka, Japan). Os valores de SPAD foram determinados nas mesmas folhas utilizadas para as determinações das trocas gasosas (folhas adultas). As leituras foram realizadas em três pontos distintos da face adaxial das folhas.

A produção total de frutos foi avaliada ao longo do ciclo de produção, de fevereiro a maio) através de colheitas bi-semanais (Pestana et al., 2016). A produção precoce corresponde à produção dos meses de fevereiro e março.

A análise de variância (ANOVA) foi realizada com recurso ao programa Statistix versão 9.0 (Tallahassee, Florida). Aplicou-se o teste de Tuckey ou LSD para comparação múltipla das médias com $\alpha=0,05$.

Resultados e discussão

Na floração (83 DAP), constatou-se que as plantas sujeitas à luz LED apresentaram maiores taxas de P_n (valor médio 13,6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e menores taxas de E (valor médio 2,1 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em relação às plantas controlo (P_n média=12,4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e E média=2,6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Com luz adicional, a taxa fotossintética aumentou sobretudo nas cultivares ‘Albion’, ‘Merced’, ‘Rabida’ cultivadas nos 2 substratos e nas ‘Splendor’ e ‘Liberty’ cultivadas no substrato M1 (Fig 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Hidaka et al. (2013), evidenciando, ainda, que o aumento da taxa fotossintética conduziu a maiores áreas foliares e pesos seco das folhas. Ao nível da condutância estomática, observaram-se algumas flutuações, mantendo-se em geral os valores médios elevados (ca. 230 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), não limitando o desempenho fotossintético. Entre cultivares verificou-se que os maiores valores de P_n ocorreram na ‘Camarosa’ (valor médio de 14,1 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e os menores na ‘Rabida’ (valor médio 11,1 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

De um modo geral, na fase de plena frutificação os valores de P_n decresceram, sendo similares nas plantas L0 e L1, respetivamente 11,2 e 11,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A taxa fotossintética variou entre cultivares e tipo de substrato (Fig. 2). Apesar dos níveis crescentes de radiação solar a partir de março, esta fase coincidiu com dias em que as temperaturas máximas variaram entre 30-35 °C, o que pode ter conduzido a esta redução. Para Kadir et al. (2006) regimes de temperatura alta (40 °C dia/35 °C noite) contribuem mais para a redução da fotossíntese que as temperaturas moderadas ou baixas (30/25 ou

20/15 °C). Entre cultivares, os maiores valores de P_n ocorreram na ‘Merced’ e ‘Splendor’ (valor médio de $12,6 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) seguida da ‘Albion’, ‘Camarosa’, ‘Liberty’, ‘Reliance’ e ‘San Andreas’ (valor médio de $11,3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). A cv. Rabida apresentou mais uma vez menor taxa de fotossíntese líquida (valor médio $9,6 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Embora tenha havido alterações no comportamento fisiológico (trocas gasosas) das plantas em relação à iluminação LED, substrato e cultivar, o teor de clorofilas (SPAD) variou apenas em função da cultivar ($p < 0,05$) nas duas fases de avaliação. Na floração, o teor de clorofilas foi menor na ‘Rabida’ ao contrário das outras cultivares em que os valores foram maiores e similares entre si (Fig. 3).

Em termos de produtividade, verificou-se que apesar do melhor desempenho fotossintético das plantas L1 no outono, a produção precoce foi maior nas plantas L0 (Quadro 1). Saliente-se que a produção precoce englobou a produção dos meses fevereiro (com iluminação adicional) e março (sem iluminação adicional) e que a produção de fevereiro representou apenas 4% da produção precoce. O substrato não influenciou a precocidade da produção das plantas mas a produção total. A produtividade das plantas conduzidas em substrato Coco foi, em média, 23% superior à das plantas em substrato M1, o que está de acordo com os resultados obtidos por Lisboa et al. (2016). A cv. Rabida revelou ser a mais precoce (232,3 g/planta) e a mais produtiva (1070,0 g/planta) entre genótipos. Apesar de apresentarem menores taxas de assimilação de CO_2 , as plantas desenvolveram maiores áreas foliares (dados não apresentados), verificando-se uma maior quantidade de CO_2 absorvida por planta e conduzindo, assim, a maior produtividade.

Nas regiões situadas a maiores latitudes, Hidaka et al. (2013) e Nestby & Trandem (2013) evidenciaram o efeito positivo da luz adicional com lâmpadas LED, 26W e 100 e 300W respetivamente, na produtividade do morangueiro onde referem que a luz foi mais limitante que a temperatura do ar. Neste ensaio, a produtividade média das cultivares foi de 656 g/planta, semelhante à obtida por Lisboa et al. (2016) para a cultura do morango em substrato, sugerindo que o fator luz pode não ter sido limitante para as condições de ensaio. Porém, para além da intensidade luminosa, a duração e a qualidade da luz (espectro) influenciam o desenvolvimento das plantas, pelo que em estudos posteriores será necessário ter em conta os dois últimos factores.

Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa Alfredo Mota Lda. e à Tecnoferti a oferta das plantas e dos fertilizantes líquidos respectivamente, para a realização do trabalho.

Conclusões

Para as condições de ensaio, em estufa de vidro e na cultura em substrato, os resultados demonstraram que o desempenho fotossintético e a produtividade da *Fragaria × ananassa* foram mais dependentes do genótipo e do substrato do que da luz adicional. Contudo, um suplemento de luz em condições limitantes de radiação (outono/inverno) poderá contribuir para um melhor desempenho fotossintético das plantas de morangueiro.

Referências

Folta, K.M. & Childers, K.S. 2008. Light as a Growth Regulator: Controlling Plant Biology with Narrow-bandwidth Solid-state Lighting Systems. HortScience 43 (7): 1957-1964.

- Gottdenker, J.S., Giacomelli, G.A. & Durner, E. 2001. Supplemental lighting strategy for greenhouse strawberry production (*Fragaria ×ananassa* Duch. Sweet charlie). *Acta Horticulturae* 559: 307-312.
- Guérineau, C., Bigey, J., Longuesserre, J., Navatel, J.C., Pommier, J.J. & Lacroix, C.R. 2003. La culture du fraiseur sur substrat. Ctifl-Ciref, Paris, 165p.
- Hidaka, K., Kazuhiro, D., Imamura, H., Miyoshi, Y., Takayama, T., Sameshima, K., Kitano, M. & Okimura, M., 2013. Effect of supplemental lighting from different light sources on growth and yield of strawberry. *Environ. Control Biol.* 51: 41-47.
- Jun, H., Jung, H. & Imai, K. 2017. Gas exchange characteristics of a leading cultivar of Korean strawberry (*Fragaria ×ananassa*, ‘Sulhyang’). *Scientia Horticulturae* 221:10-15.
- Kadir, S., Sidhu, G. & Al-Khatib, K. 2006. Strawberry (*Fragaria ×ananassa* Duch.) growth and productivity as affected by temperature. *HortScience* 41:1423-1430.
- Li, Y., Chen, H., Ji, H., Wang, S., Zhu Z. 2012. Effect of LED Supplemental Illumination on the Growth of Strawberry Plants. Symposium on Photonics and Optoelectronics (SOPO), Shangai, China. doi: 10.1109/SOPO.2012.6270919
- Lisboa, J., Palha, M.G & Oliveira, C.M. 2016. Influência do substrato na fenologia, na biometria e produtividade das cultivares de morangueiro Camarosa, Rábida, San Andreas e Portola. *Actas Portuguesas de Horticultura* 26: 19-28.
- López-Aranda, J.M. 2008. El cultivo de la fresa en Huelva. In: La fresa de Huelva. Junta de Andalucía, Consejeriade Agricultura y Pesca, 105-176.
- Nestby, R. & Trandem, N. 2013. Supplemental LED growth light in remontant strawberry at high latitudes. *Journal os Berry Research* 3: 217-226.
- Oda Y. 1997. Effects of light intensity, CO₂ concentration and leaf temperature on gas exchange of strawberry plants –feasibility studies in CO₂ enrichment in Japanese conditions. *Acta Horticulturae* 439:563–573.
- Palha, M.G. & Oliveira, P.B. 2017. Melhoria da produtividade do morangueiro no período outono-inverno com recurso à temperatura e luz suplementar. *Actas de Horticultura do VI Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas. (submetido)*
- Pestana, F., Palha, M.G. & Oliveira, C.M. 2016. Efeito da luz e do substrato na produtividade e qualidade do fruto de oito cultivares de morangueiro. V Colóquio Nacional da Produção de Pequenos Frutos, Programa e Livro de Resumos: 44.
- Takeda, F., Glenn D.M. & Stutte, G.W. 2008. Red light affects flowering under long days in a short-day strawberry cultivar. *HortScience* 43: 2245-2247.

Quadro 1. Efeito da luz (L1 e L0, com e sem luz), do substrato (M1 e Coco) e da cultivar na produção precoce (fevereiro + março) e total de frutos.

Produção precoce (g/planta)	Produção total	
	(g/planta)	kg m ⁻²

<i>LEDs</i>			
L0	124,1 a*	658,5 a	9,2 a
L1	96,4 b	652,7 a	9,2 a
<i>Prob.</i>	0,01	NS	NS
<i>Substrato</i>			
M1	101,3 a	587,8 b	8,2 b
Coco	119,3 a	723,3 a	10,1 a
<i>Prob.</i>	NS	<0,000	0,01
<i>Cultivar</i>			
Rábida	232,3 a	1070,0 a	14,9 a
Camarosa	127,3 bc	713,2 b	10,0 b
San Andreas	187,9 ab	709,1 b	9,9 b
Albion	83,6 cd	602,6 bc	8,4 bc
Reliance	67,1 cd	596,5 bc	8,4 bc
Liberty	93,1 cd	531,9 bc	7,4 bc
Merced	37,1 cd	524,0 bc	7,3 bc
Splendor	53,9 d	497,2 c	7,0 c
<i>Prob</i>	<0,000	<0,000	<0,000

*Letras diferentes em coluna indicam diferenças significativas (P <0,05) entre tratamentos.

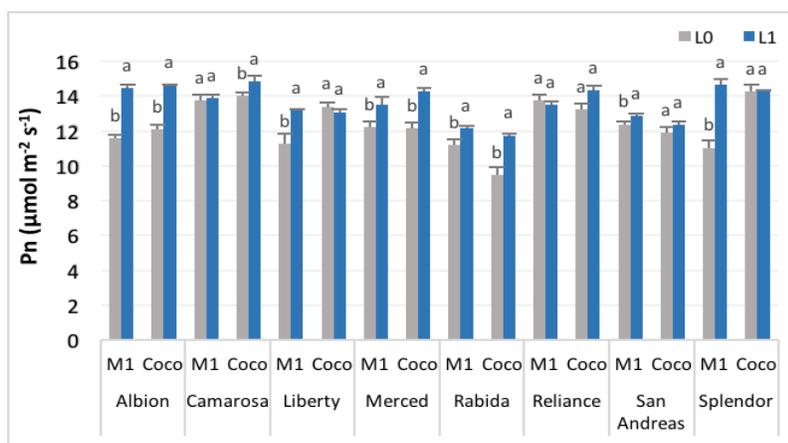


Figura 1 – Influência da luz LED na fotossíntese líquida (Pn) das cultivares de morangueiro cultivadas em substrato M1 e Coco, na floração. Cada barra representa a média de 9 determinações e as linhas verticais o erro padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas (P <0,05) entre L0 (sem luz LED) e L1 (com luz LED) para o mesmo tipo de substrato.

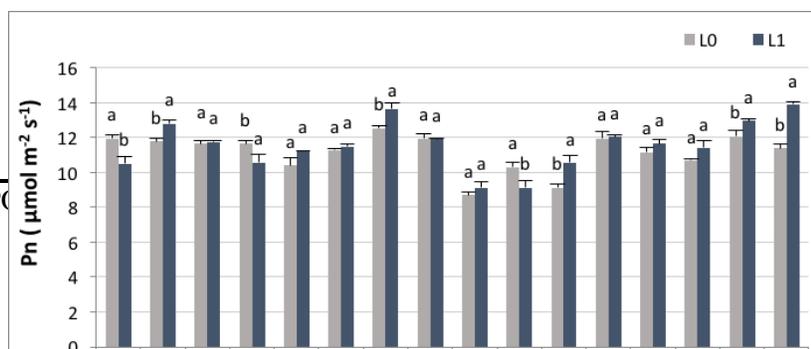


Figura 2 – Influência da luz LED na fotossíntese líquida (Pn) das cultivares de morangueiro cultivadas em substrato M1 e Coco, em plena frutificação. Cada barra representa a média de 9 determinações e as linhas verticais o erro padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre L0 (sem luz LED) e L1 (com luz LED) para o mesmo tipo de substrato.

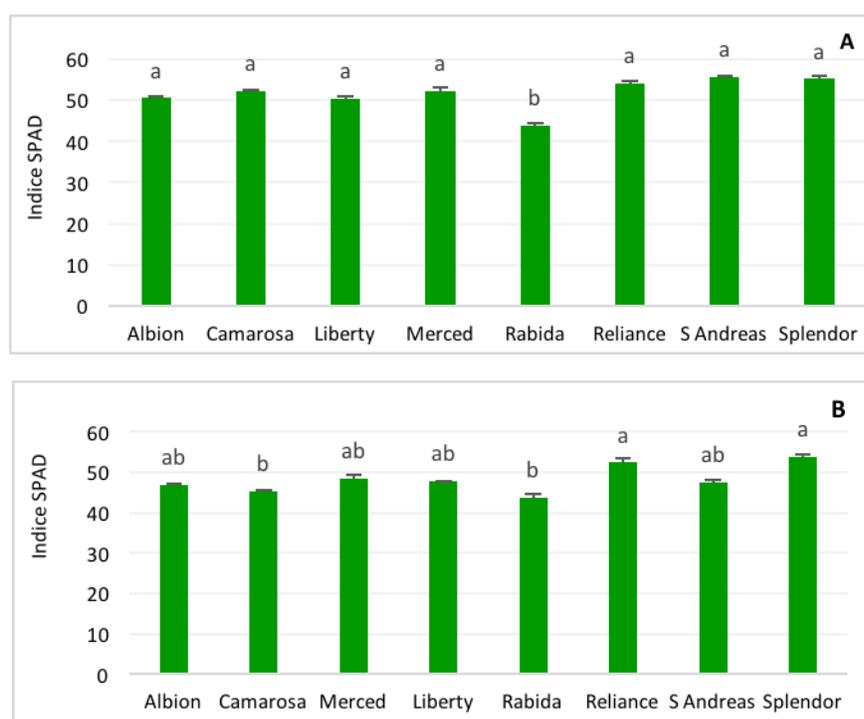


Figura 3 – Teor de clorofilas (Índice SPAD) das diferentes cultivares ensaiadas, na floração (A) e em plena frutificação (B). Cada barra representa a média de 9 determinações e as linhas verticais o erro padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre cultivares.

Variación en propiedades físicas en sustratos reutilizados en el cultivo de fresa

Eduilkar Saldaña Yangüez¹, Joel Pineda Pineda², Roberto Rivera Del Río³, Mateo Vargas Hernández² & Edilberto Avitia García¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Horticultura, km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México, MÉXICO. C. P. 56230, easeas90@hotmail.com, edivitia@hotmail.com.

²Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos, km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México, MÉXICO. C. P. 56230, pinedapjoel@yahoo.com.mx, Vargas_Mateo@hotmail.com.

³Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Preparatoria Agrícola. km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México, MÉXICO. C. P. 56230, rivera580@gmail.com.

Resumen

La eliminación de los sustratos al final del cultivo es una amenaza potencial para el ambiente. Para disminuir efectos negativos, está la alternativa de reutilizar los sustratos durante varios ciclos de cultivo, además de aumentar la rentabilidad del material. La posibilidad de reutilizar los sustratos, sin ningún daño a los cultivos, depende de las propiedades físicas, químicas y biológicas del material, así como la tolerancia de las plantas al estrés abiótico y/o biótico. Se evaluaron los cambios en las propiedades físicas de tres tipos de sustratos después de cuatro ciclos de reutilización en el cultivo de fresa. El experimento se realizó en invernaderos de la Universidad Autónoma Chapingo. Para definir los tratamientos se utilizó un diseño factorial 3x4 (sustratos x ciclos de uso), generando 12 tratamientos, los cuales se establecieron en un diseño de bloque completos al azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió en canaletas de PVC con 12 plantas de fresa de la variedad Albión. Se evaluaron las propiedades físicas de los sustratos (densidad aparente, capacidad de retención de humedad, espacio poroso total, capacidad de aireación, agua fácilmente disponible, agua de reserva, agua difícilmente disponible y agua total disponible) al inicio y al final del ciclo de cultivo. A los datos se les realizó un análisis de varianza y comparación múltiples de medias (Tukey $p \leq 0.05$). La fibra de coco mostró mayores cambios, incrementó significativamente la densidad aparente y capacidad de retención de humedad, pero disminuyó la capacidad de aireación. Los resultados obtenidos demostraron que las propiedades físicas cambian en la fibra de coco y se mantienen en los sustratos perlita y tezontle, los cuales pueden reutilizarse durante cuatro ciclos consecutivos de cultivo de fresa hidropónica sin afectar su rendimiento y calidad.

Palabras clave: *Fragaria x ananassa* Duch, capacidad de retención de humedad, capacidad de aireación, agua disponible, agua difícilmente disponible, densidad aparente.

Abstract

Variation in physical properties in substrates reused in the strawberry crop.

Removal of substrates at the end of the crop is a potential threat to the environment. To reduce the negative effects, there is the alternative of reusing the substrates during several crop cycles, in addition to increasing their profitability. The possibility of reusing the substrates, without any damage to the crops, depends on the physical, chemical and biological properties of the material, as well as the tolerance of the plants to abiotic and/or

biotic stress. Changes in the physical properties of three types of substrates were evaluated after four cycles of reuse in the strawberry crop. The experiment was carried out in greenhouses at the Autonomous University of Chapingo. A 3×4 factorial treatment design (substrate, cycles of use) was used, generating 12 treatments, arranged in a complete block design with three replicates. The experimental unit consisted of channels with 12 strawberry plants of the "Albion" variety. The physical properties of the substrates (bulk density, moisture retention capacity, total pore space, aeration capacity, available water, reserve water, hardly available water and total available water) were evaluated at the beginning and at the end of the growing cycle. The data were analyzed by variance and multiple comparison of means (Tukey $p \leq 0.05$). Coconut fiber showed greater changes, significantly increased bulk density and moisture retention capacity, thus reducing aeration capacity. The results showed that the physical properties change in the coconut fiber and were maintained in the substrates perlite and tezontle, which can be used during four consecutive cycles of hydroponic strawberry cultivation without affecting its performance and quality.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch, moisture retention capacity, aeration capacity, available water, water hardly available, bulk density.

Introducción

El sustrato es un factor clave para la producción de hortalizas, plántulas y flores en invernadero. Existe gran variedad de materiales que pueden ser adecuados como sustratos de cultivo, pero se deben considerar sus características físicas, químicas y biológicas, las necesidades del cultivo, así como la compleja interacción de procesos y fenómenos que se suscitan en la relación contenedor-sustrato-planta-ambiente (Pineda et al., 2012).

Abad et al. (2004) y Blok et al. (2008) mencionan que, de todas las propiedades de un sustrato, las físicas son las más importantes, ya que una vez establecido el cultivo, difícilmente se pueden manipular, y deben permanecer estables durante el ciclo del cultivo.

Pineda et al. (2012) mencionan que en los materiales orgánicos, la resistencia o facilidad que ofrecen a la descomposición microbiana (bioestabilidad) es un aspecto muy importante que influirá en el mantenimiento de las propiedades físicas durante el crecimiento de las plantas.

En los cultivos de invernadero la eliminación de los sustratos al final del cultivo es una amenaza potencial para el medio ambiente (Dekker et al., 1995). Para disminuir efectos negativos, está la alternativa de reutilizar los sustratos, con ello se fomenta la reducción de volumen de sustrato aplicado por planta y se reduce el impacto ambiental. La posibilidad de reutilizar sustratos, sin ningún tipo de daño a los cultivos, depende de las propiedades físico-químicas y biológicas del material, así como de la tolerancia de las plantas al estrés abiótico y/o biótico a la reutilización (Fonteno, 1993; Lemaire & Marfa, 1998).

Varios autores investigaron la respuesta de cultivos en sustratos reutilizados en comparación con sustratos nuevos. Algunos de ellos encontraron una reducción de la calidad y rendimiento del cultivo con sustratos reutilizados (Abd-El-Elmoniem et al., 2004), mientras que otros no encontraron diferencias entre los sustratos nuevos y reutilizados (Celikel & Caglar, 1999; Acuña et al., 2005; Giuffrida et al., 2007; Urrestarazu et al., 2008).

La reutilización de sustratos representa una opción importante para la gestión ambiental, además, su reuso permite aumentar la rentabilidad de un cultivo. El objetivo de la investigación fue identificar los cambios en las propiedades físicas de los sustratos fibra de coco, perlita y tezontle por efecto de su reutilización durante cuatro ciclos de cultivo con fresa.

Materiales y métodos

Ubicación y características del área experimental

El experimento se realizó en invernaderos de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, ubicado a una altitud de 2,250 m, 19° 29' de Latitud Norte, y 98° 53' de Longitud Oeste. Se utilizaron plantas de fresa de la variedad Albión. Se usaron los sustratos fibra de coco (chips de 2 centímetros de longitud, marca Power Forteco), perlita (granular, marca Agrolita®) y tezontle obtenido de una mina ubicada en Texcoco, México. Se utilizó un sistema hidropónico tipo torre, con canales de PVC de 3 metros de largo, colocados a tres niveles, con una separación de 30 centímetros del piso al nivel uno y 50 centímetros en los siguientes dos niveles. Se utilizó un sistema de riego por goteo automatizado, el pH y CE se manejaron de 6.0 a 6.5 y 2.0 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, respectivamente, con un 30 ± 5 % de drenaje y sin recirculación de solución nutritiva.

Diseño de tratamiento y diseño experimental

Los tratamientos se formaron a partir de tres clases de sustratos (fibra de coco, perlita y tezontle), cada uno con cuatro estados de uso: nuevo, con I, II, y III ciclos de uso en el cultivo de fresa.

Para definir los tratamientos se utilizó un diseño factorial 3x4 (sustrato, ciclos de uso), generándose 12 tratamientos, los cuales se arreglaron en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones por tratamiento. La unidad experimental consistió de 12 plantas. Para evaluar los resultados se realizó un análisis de varianza y comparación múltiples de medias, mediante la prueba de Tukey con nivel de significancia al 5 %; para lo anterior se utilizó el programa estadístico SAS (SAS, 2016).

Desarrollo del experimento

El ciclo del cultivo se inició en septiembre del 2016 y finalizó en abril de 2017; diariamente se realizaban 5-6 riegos (130 ml/planta/día) con la solución nutritiva de Steiner (1984), con carga iónica de 20 $\text{meq}\cdot\text{L}^{-1}$. El control de plagas y enfermedades se realizó con tratamientos preventivos de fitosanitarios; las prácticas culturales realizadas fueron podas de flores (durante el primer mes de floración), eliminación de estolones y hojas viejas o enfermas; la cosecha de frutos se realizó cada 7 días, durante 4 meses.

Propiedades físicas de sustratos

Mediante el método propuesto por De Boodt et al. (1974) y Handreck y Black (2005) se determinó: densidad aparente (Dap), capacidad de retención de humedad (CRH), espacio poroso total (EPT), capacidad de aireación (CA), agua fácilmente disponible (AFD), agua de reserva (AR), agua difícilmente disponible (ADD) y agua total disponible (ATD). Se realizó el análisis de las propiedades físicas antes del trasplante y finalizando el cultivo.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se observan los valores encontrados en el análisis de los sustratos nuevos y reutilizados en diferentes ciclos de cultivo. El sustrato que mostro mayores cambios significativos en sus propiedades físicas fue la fibra de coco.

La Dap se incrementó para todos los sustratos, pero solo se mostró diferencia significativa para los sustratos fibra de coco y perlita que incrementaron de $0.11 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (nuevo) a $0.13 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (ciclo III), y de $0.20 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (nuevo) a $0.23 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (ciclo III), respectivamente. Este aumento en Dap se comprueba con lo obtenido por Rivera (2016), en donde encontró aumento de $0.05 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (nuevo) a $0.08 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (ciclo II), de $0.15 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (nuevo) a $0.18 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (ciclo II) y de $1.02 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (nuevo) a $1.11 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (ciclos II), en sustratos de fibra de coco, perlita y tezontle, respectivamente.

El aumento en la densidad aparente de la perlita podría estar relacionado con la producción progresiva de raíces durante el cultivo a lo largo del sustrato (Leonardi *et al.*, 2003; Giuffrida, 2015); la acumulación de raíces puede afectar la uniformidad de las propiedades físicas dentro de los sustratos nuevos y reutilizados (Cannavó & Michel, 2013). Por otra parte, cuando se siembra en un sustrato, las partículas tienden a disminuir su tamaño durante su utilización, y con ello la densidad aparente aumenta; efecto que fue observado por Noguera *et al.* (2003) en polvo de coco y por Wallach *et al.* (1992) en tezontle rojo.

La CA tuvo una tendencia a disminuir en los sustratos de fibra de coco y perlita, al finalizar el ciclo I (Figura 1 a, b); sin embargo, solo se mostró diferencias significativas en el sustrato de fibra de coco, que inicialmente tenía 25.7 %, pero al final del ciclo I disminuyó a 16% y se mantuvo alrededor de esos valores durante los ciclos II y III; la perlita nueva inicio con 22.3 % de CA y disminuyó a 21 % en el ciclo I y se mantuvo igual para los ciclos II, III; mientras que el tezontle mantuvo su CA de 33 % durante todos los ciclos de cultivo (Cuadro 1). En todos los casos anteriores la CA en los sustratos se mantuvo dentro del rango establecido por Bunt (1988) y Abad *et al.* (2005), quienes recomiendan una CA de 10 a 30 % para favorecer el desarrollo de la raíces. Al respecto, Verhagen (2009) señala que un sustrato con una CA de 20 a 25 % provee una difusión óptima de oxígeno en la zona de la raíz, lo que propicia efectos inmediatos sobre la forma y crecimiento de la misma, e incrementa la actividad metabólica, la absorción de agua y de nutrimentos (Raviv *et al.*, 2004).

En la Figura 1 se puede apreciar la tendencia de CRH a incrementarse a través de los ciclos de uso. Los cambios significativos se observan en los sustratos fibra de coco y tezontle (Cuadro 1), los cuales aumentaron de 66.1 % (nuevo) a 77.4 (ciclo I) y de 20.5 % (nuevo) a 22.2 % (ciclo I), respectivamente. El aumento de CHR es atribuible al efecto de la degradación de fibras y partículas ($\leq 1 \text{ mm}$), aumenta la formación de microporos (Lemaire, 1995; Lemaire *et al.*, 2005), lo que da como resultado una disminución en la capacidad de aireación, incrementando las diferentes propiedades asociadas a la retención de agua: AFD, AR, ATD y ADD. Rivera (2016), también menciona que los sustratos en el primer ciclo agrícola tienen un espacio poroso homogéneo, distribuido en todo el espacio del contenedor y a medida que se aplican riegos se da un reacomodo o empaquetamiento y estratificación de tamaños de partículas, lo que explica el incremento gradual del volumen de agua contenida y de manera inversa el volumen ocupado por aire.

La CRH de fibra de coco nueva, perlita y tezontle (Cuadro 1), no cumplen con los parámetros establecido por Abad et al. (2005) y Handrek & Blak (2005), ya que un sustrato con más del 90% de porosidad, la retención de humedad mínima debe de estar por arriba del 70%, mientras que en sustratos con porosidad de 70 a 85%, la retención de humedad mínima debe de estar entre 55 y 70%.

Con respecto al AFD no se observaron cambios significativos en los sustratos evaluados; sin embargo, en la fibra de coco hubo un aumento de 14.97% en sustrato nuevo, a 16.24, 16.60 y 17.45% para los ciclos I, II y III, respectivamente. En la Figura 1(b), se observa la disminución del AFD, en perlita ciclo I, y se mantiene para el ciclo II y III; el AFD en tezontle se mantiene con un 8% para todos los ciclos. Según Zapata et al. (2005) los valores óptimos de AFD van de 20 a 30%; De Boodt et al. (1974) mencionan que un sustrato con un AFD inferior al 15% debe regarse con más frecuencia, de lo contrario se puede producir déficit hídrico en las plantas.

En los sustratos perlita y tezontle no se observan cambios significativos en el AR; sin embargo, en fibra de coco se observó un aumento significativo (Cuadro 1) de 4.54 a 6.7, 9.92 y 10.29% del sustrato nuevo al final de los ciclos I, II y III, respectivamente. Estos resultados coinciden con los encontrados por Rivera (2016), quien observó que los sustratos perlita y tezontle no mostraron modificación en el AR a través del tiempo de uso. Los valores de dicha propiedad son congruentes con lo observado en diferentes sustratos con un intervalo de variación de 4-10% (Bunt, 1988; Abat et al., 2004; Maher et al., 2008).

El cambio en las relaciones aire-agua podría estar relacionado con la variación en la distribución porcentual hacia partículas con menor diámetro y la presencia de materia orgánica humificada (Marfá et al., 1993). Abat et al. (2004) & Maher et al. (2008), mencionan que el incremento de las partículas con diámetro < 1 mm, aumenta la superficie específica de contacto con el agua, que a su vez incrementa la mojabilidad del sustrato, lo que da como resultado una reducción de aire.

Conclusiones

El sustrato fibra de coco, fue el que presentó la mayor modificación en las variables físicas: capacidad de retención de humedad, capacidad de aireación, agua de reserva, agua difícilmente disponible y densidad aparente.

Los cambios en las propiedades físicas de los sustratos fibra de coco, perlita y tezontle se presentaron en el primer ciclo de uso.

El incremento de la capacidad de liberación de humedad de los tres sustratos se relacionó directa y positivamente con un incremento del agua fácilmente disponible, agua de reserva y agua total disponible.

El sustrato tezontle no mostró cambios en la curva de liberación de agua, confirmando así la estabilidad del mismo.

Referencias

- Abad, B.M., Noguera P. & Carrión B.C. 2004. Los Sustratos en los cultivos sin suelo. En: M. G. Urrestarazu (Ed). Tratado de cultivo sin suelo. 2nd ed. Mundi-Prensa. Almería, España. 113-158.

- Abd-Elmoniem, E.M. & El-Behairy, U.A. 2004. Efecto de la reutilización de perlita y piedra pómez como un sustrato sobre el rendimiento y la composición mineral de las plantas de fresa. Egypt. Egipto. J. Hort. J. Hort. 31: 13-21.
- Acuña, R., Bonachela, S., Magán, J., Marfá, O., Hernández, J. & Cáceres, R. 2013. Reuse of rockwool slabs and perlite grow-bags in a low-cost greenhouse: Substrates' physical properties and crop production. *Scientia Horticulturae*, 160, 139-147.
- Blok, C., De Kreij C., Baas, R. & Wever, G. 2008. Chapter 7. Analytical Methods Used in Soilless Cultivation. In *Soilless Culture: Theory and Practice*. Raviv, M.; Lieth J. H. (Eds.). Editorial Elsevier. United Stated of America. p.p. 245-290.
- Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container-grown plants. Unwin Hayman Ltd London, England. 309 p.
- Cannavó, P., & Michel, J.C. 2013. "Peat particle size effects on spatial root distribution, and changes on hydraulic and aeration properties." *Scientia Horticulturae*, 151, 11–21.
- Celikel, G. & Caglar, G. 1999. Los efectos de la reutilización de diferentes sustratos en el rendimiento y la precocidad de pepino en periodo de crecimiento de otoño. *Acta Hort.* 492:259-264.
- De Boodt, M., Verdonck, O. & Cappaert, I. 1974. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Hort.* 26, 37-44.
- Dekker, A., Houx, N.W. & Runia, W.T. 1995. Behaviour of oxamil and propamocarb in two rockwool cultivation systems: open drainage and recirculating of nutrient solution excess. *Acta Hort.* 382:278-287.
- Fonteno, W.C. 1993. Problemas y consideraciones en la determinación de las propiedades físicas de horticultural substrates. sustratos hortícolas. *Acta Hort.* 342:197-204.
- Giuffrida, F., Leonardi, C. & Marfa, O. 2007. Reutilización de sustrato sin suelo en el cultivo de tomate. *Acta Hort.* 801:1577-1582.
- Giuffrida, F. & Consoli, S. 2015. Reusing Perlite substrates in soilless cultivation: Analysis of Particle size, Hydraulic Properties, and Solarization Effects. *Journal of irrigation and Drainage Engineering*.
- Handreck, K.A. & Black, N. 2005. Growing media for ornamental plant and turf. Revised edition. New South Wales University Press. Kensington, Australia. 544.
- Lemaire, F. 1995. Physical, chemical and biological properties of growing medium. *Acta Horticulturae* 396: 273-284.
- Lemaire, F. & Marfa, O. 1998. Consecuencias de la biodegradabilidad de materia orgánica en el, parámetros físico-químicas de los sustratos. *Acta Hort.* 469: 129-138.
- Lemaire, F., Dartigues, A., Riviere, L.M., Charpenter, S. & Model, P. 2005. Cultivos en Maceta y Contenedores. Principios Agronómicos y Aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa. 2da edición. Madrid, España. 210 p.
- Leonardi, C., Vasquez, G., & Giuffrida, F. (2003). "Tomato root growth in relation to dripper position in substrate cultivation." *Acta Hort.* 614, 217–222.
- Maher, M., Prasad, M. & Raviv, M. 2008. Organic Soilless Media Components. In: *Soilless Culture: Theory and Practice*. M. Raviv & J. H. Lieth (Eds.), (1ra ed.). San Diego, CA: Elsevier. 459-494.
- Noguera, P., Abad, M., Puchades, R., Maquieira, A. & Noguera, V. 2003. Influence of particle size on physical and chemical properties of coconut coir dust as container medium. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 34: 593-605.

- Pineda, J., Sánchez, F., Ramírez, A. Castillo, A. M., Valdez, L. A. Moreno, & E. Del C. 2012. Aserrín de pino como sustrato hidropónico. I variación en características físicas durante cinco ciclos de cultivo. Revista Chapingo Serie Horticultura, vol. 18, núm. 1, pp.
- Raviv, M., Wallach, R. & Blom, T. J. 2004. The effect of physical properties of soiless media on plant performance, a review. Acta Horticulturae 644:251-259.
- Rivera. R. 2016. Propiedades físicas de sustratos y sus efectos en la nutrición de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.), en sistemas hidropónico. Universidad Autónoma Chapingo, Instituto de Horticultura, Tesis Doctoral.
- SAS. 2016. Statistical Analysis System 9.3 *TSIM2* (1-7). Cary, N.C., USA.
- Steiner, A. 1984. The Universal Nutrient Solution. ISOC. Netherlands.
- Urrestarazu, M., Mazuela, P.C. & Martinez, GA 2008. Efecto de la reutilización sustrato sobre el rendimiento y propiedades de los cultivos de melón y tomate. J. Plant Nutr. 31:2031-2043.
- Verhagen, J.B. 2009. Stability of growing media from a physical, chemical and biological perspective. Acta Horticulturae 819.
- Wallach, R., Da Silva, F.F. & Chen, Y. 1992. Hydraulic characteristics of tuff (scoria) used as a container medium. Journal of America Society of Horticultural Science 117:415-421.
- Zapata, N., Guerrero, F. & Polo, A. 2005. Evaluación de corteza de pino y residuos urbanos como componentes de sustratos de cultivo. Agric. Téc. Méx. 65:378-387.

Cuadro 1 . Propiedades físicas de los sustratos fibra de coco, perlita y tezontle, con diferentes ciclos de usos al final de cultivo de fresa.

SUSTRATO	Ciclo de uso	Dap (g·cm ⁻³)	CHR	EPT	CA	AFD	AR	ADD	ATD
			%						
Fibra de coco	Nuevo	0.11 b	65.14 b	90.88 a	25.74 a	14.97 a	4.54 c	45.63 c	19.51 b
	Ciclo I	0.12 a	77.40 a	93.77 a	16.37 b	16.24 a	6.7 b	54.46 a	22.94 ab
	Ciclo II	0.13 a	80.38 a	96.65 a	16.27 b	16.60 a	9.92 a	53.85 ab	26.52 a
	Ciclo III	0.13 a	80.80 a	97.41 a	16.61 b	17.45 a	10.29 a	53.05 b	27.74 a
	DMS	0.011	5.938	7.342	4.413	4.219	1.621	1.250	5.354
	CV (%)	3.063	2.767	2.743	8.326	9.147	7.292	0.855	7.834
Perlita	Nuevo	0.20 c	48.60 a	70.94 a	22.34 a	14.68 a	8.41 a	25.50 b	23.09 a
	Ciclo I	0.24 a	52.70 a	73.70 a	20.99 a	12.16 a	9.5 a	31.03 a	21.67 a
	Ciclo II	0.23 ab	53.53 a	74.23 a	20.69 a	11.96 a	10.04 a	31.53 a	21.6 a
	Ciclo III	0.23 b	54.36 a	74.76 a	20.39 a	11.75 a	10.58 a	32.03 a	21.52 a
	DMS	0.011	10.141	8.544	12.023	7.257	5.606	3.373	13.220
	CV (%)	1.620	6.859	4.118	20.155	20.309	20.582	3.974	21.285
Tezontle	Nuevo	1.17 a	20.59 b	54.04 a	33.45 a	8.09 a	2.81 a	9.69 b	10.90 a
	Ciclo I	1.16 a	22.28 a	55.57 a	33.29 a	8.68 a	3.29 a	10.30 a	11.97 a
	Ciclo II	1.17 a	22.26 a	55.44 a	33.17 a	8.52 a	3.32 a	10.33 a	11.85 a
	Ciclo III	1.18 a	22.24 a	55.31 a	33.06 a	8.36 a	3.52 a	10.35 a	11.89 a
	DMS	0.075	1.533	1.941	2.779	0.597	1.470	0.271	1.550
	CV (%)	2.259	2.482	1.246	2.957	2.511	16.059	0.941	4.704

Letras diferentes en la misma columna para cada sustrato indica diferencia significativa (Tukey $p \leq 0.05$). Dap: densidad aparente; CHR: capacidad de retención de humedad; EPT: espacio poroso total; CA: capacidad de aireación; AFD: agua fácilmente disponible; AR: agua de reserva; ADD: agua difícilmente disponible; ATD: agua total disponible; DMS: diferencia mínima significativa; CV: coeficiente de variación. Los valores se expresan en porcentaje, respecto al volumen total de la muestra de cada sustrato, excepto en Dap.

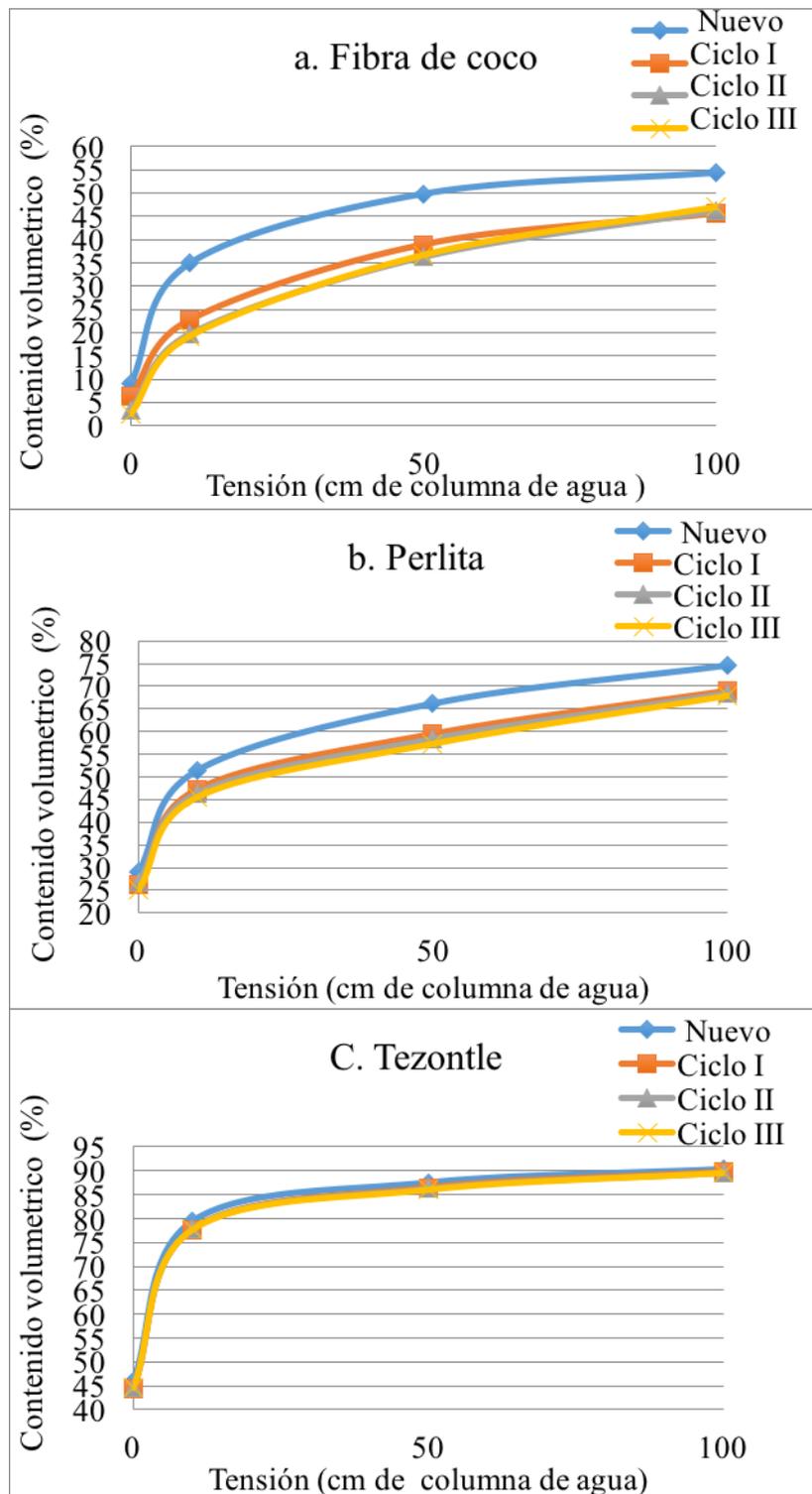


Figura 1: Curva de liberación de humedad de fibra de coco (a), perlita (b) y tezontle (c) con cuatro ciclos de uso. Los valores se expresan en porcentaje del volumen de agua liberada respecto al volumen total de la muestra saturada y tres niveles de succión (0, 10, 50 y 100 cm de columna de agua).

Nitrato em *Acmella oleracea* sob deficiência de macronutrientes e boro

Diego Alves Peçanha, Marta Simone Mendonça Freitas, Paulo Cesar dos Santos, Thaísa Capato Lima, Marlene Evangelista Vieira & Almy Junior Cordeiro de Carvalho

Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil, diegopecanha333@yahoo.com.br

Resumo

O nitrato pode ser considerado prejudicial, pois ao ser ingerido pode originar compostos nitrosos considerados altamente carcinogênicos. As quantidades seguras de ingestão humana ainda são tema de debates devido às diferentes formas de avaliação. De forma global, a quantidade de nitrato de origem vegetal estabelecida como segura pela Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (EFSA) e pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), não deve ultrapassar 3,7 mg de nitrato por dia para cada quilo do indivíduo, equivalendo a 222 mg para uma pessoa de 60 kg de massa corpórea. Nesse contexto, o nitrato é considerado um importante parâmetro de qualidade dos alimentos de origem vegetal, sobretudo naqueles oriundos da hidroponia. Objetivou-se avaliar os teores de nitrato em plantas de jambu (*Acmella oleracea*) sob deficiência de macronutrientes e de boro. O experimento foi realizado na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, na cidade de Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. O delineamento experimental foi em blocos, com quatro repetições e oito tratamentos: solução completa, deficiente de nitrogênio (-N), deficiente de fósforo (-P), deficiente de potássio (-K), deficiente de cálcio (-Ca), deficiente de magnésio (-Mg), deficiente de enxofre (-S) e deficiente de boro (-B). As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno e, aos 31 dias após o semeio, as plantas foram transferidas para os vasos definitivos, previamente preenchidos com areia lavada. Aos 35 dias após o transplante iniciaram-se as aplicações dos tratamentos e, após mais 35 dias, as plantas foram colhidas para análise dos teores de nitrato. Para as plantas cultivadas em solução completa, foi observada a média de 5194 mg de nitrato por quilo de material seco. Nestas condições, a ingestão máxima diária por uma pessoa de 60 kg de massa corpórea, de acordo com FAO, é de 285 g de jambu fresco. Os maiores teores de nitrato foram encontrados nos tratamentos -Ca, -Mg e -S. O menor teor de nitrato foi observado no tratamento -N.

Palavras chave: jambu, nutrição mineral, hortaliças.

Abstract

Nitrate in *Acmella oleracea* under macronutrient and boron deficiency.

Nitrate can be considered harmful, because when ingested it can give nitrous compounds considered highly carcinogenic. Safe amounts of ingestion are still the subject of debate due to different forms of evaluation. Overall, the amount of nitrate of plant origin established as safe by the European Food Safety Authority (EFSA) and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) shall not exceed 3.7 mg of nitrate per day for each kilogram of the individual, equivalent to 222 mg for a person with a 60 kg of body weight. In this context, nitrate is considered an important parameter of quality of foods of vegetal origin, especially those originating from hydroponic growing. The objective of this work was to evaluate nitrate levels in jambu

(*Acmella oleracea*) plants under macronutrients and boron deficiency. The experiment was carried out at the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, in the city of Campos dos Goytacazes, RJ, Brazil. It was adopted a randomized complete block design with four replications and eight treatments: complete solution, deficient of nitrogen (-N), deficient of phosphorus (-P), deficient of potassium (-K), deficient of calcium (-Ca), deficient of magnesium (-Mg), sulfur deficient (-S) and boron deficient (-B). The seedlings were produced in polystyrene trays and at 31 days after sowing, the plants were transferred to the definitive pots, previously filled with washed sand. At 35 days after transplanting, the treatments were started and after more 35 days, the plants were harvested for analysis in relation to nitrate levels. For plants grown in complete solution, the average of 5194 mg of nitrate per kilogram of dry material was observed. Under these conditions the maximum intake of this vegetable for a person of 60 kg of body mass, according to FAO, is 285 g of fresh jambu. The highest levels of nitrate were found in the treatments -Ca, -Mg and -S. The lowest nitrate content was observed in the N treatment.

Keywords: paracress, mineral nutrition, vegetable crops.

Introdução

O jambu (*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen) é uma hortaliça cultivada como anual e seu consumo é amplamente difundido na culinária da região norte do Brasil, principalmente no estado do Pará (Borges et al., 2012). Na cultura popular, o jambu é indicado para o tratamento de dores de dente, garganta, cálculo renal e bexiga. Nas comunidades rurais do estado do Pará, é comum o preparo do "lambedor", uma mistura de jambu, chicória do Pará e açúcar que, por meio de infusão, é oferecido aos indivíduos com problemas de garganta (Homma et al., 2011).

Um aspecto a ser levado em consideração para a avaliação da qualidade dos alimentos de origem vegetal é o teor de nitrato, sobretudo em alimentos oriundos do cultivo com soluções nutritivas. O nitrato ingerido pelo ser humano pode originar compostos nitrosos, que são considerados altamente carcinogênicos (Mantovani et al., 2005). De forma global, a quantidade de nitrato de origem vegetal estabelecida como segura pela Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (EFSA), e posteriormente confirmada pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), abrange a faixa de 0 a 3,7 mg de nitrato por quilo de material vegetal por quilo da pessoa por dia (Habermeyer et al., 2014), ou seja, 0 a 3,7 mg.kg⁻¹ de NO₃⁻ por peso.dia⁻¹. Desta forma, uma pessoa de 60 kg pode consumir até 222 mg.dia⁻¹ de nitrato.

Este trabalho teve por objetivo avaliar os teores de nitrato em jambu cultivado em substrato e solução nutritiva completa e omissa de todos os macronutrientes e do micronutriente boro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Apoio à Pesquisa do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, no campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, no município de Campos dos Goytacazes, RJ (21°45'S e 41°17'W, 11 m de elevação acima do nível do mar). A estrutura é composta por casa de vegetação coberta com filme de polietileno de baixa densidade (100 µm) e com sombreamento de 50%. Durante a condução do experimento, a temperatura máxima dentro da casa de vegetação variou entre 39,3 °C e 22,0 °C, e a temperatura mínima variou entre 25,5 °C e 13,2 °C (Figura 1). Nesse mesmo período, a umidade

relativa máxima variou entre 99,9% e 80,4%, enquanto a umidade relativa mínima variou entre 83,3% e 34,1% (Figura 2). Os dados foram obtidos com HOB0[®] Pro v2 data Logger.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram baseados na solução nutritiva proposta por Hoagland e Arnon (1950), com modificações para a deficiência de cada elemento desejado (Quadro 1). Os tratamentos utilizados foram: Completo (C), deficiente de nitrogênio (-N), deficiente de fósforo (-P), deficiente de potássio (-K), deficiente de cálcio (-Ca), deficiente de magnésio (-Mg), deficiente de enxofre (-S) e deficiente de boro (-B). A unidade experimental foi composta por um vaso com capacidade para 6 L, com três plantas por vaso.

As mudas de jambu foram produzidas por meio de sementes. O semeio foi realizado em bandejas de poliestireno de 200 células, preenchidas com areia fina lavada, em abril de 2016, depositando-se cerca de quatro sementes por célula. A germinação teve início quatro dias após o semeio. Após o desenvolvimento das primeiras folhas verdadeiras, 14 dias após o semeio, iniciou-se a aplicação de solução completa, adicionando-se um quarto da sua concentração original. Foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta por célula. Aos 21 dias após o semeio, a solução fornecida passou a ser metade da concentração original e, aos 27 dias após o semeio, a concentração da solução aplicada foi de três quartos da solução original. Aos 31 dias após o semeio, as plantas foram transferidas para os vasos definitivos, quando passou-se a fornecer a solução completa sem nenhuma diluição. As plantas apresentavam três pares de folhas verdadeiras expandidas.

O substrato utilizado para o enchimento dos vasos foi areia lavada em solução ácida (O'Sullivan & Ernest, 2007), a fim torná-lo o mais inerte possível, de forma que as soluções fossem as principais fontes fornecedoras de nutrientes. Ao final das lavagens, o substrato apresentou as seguintes características químicas: pH: 5,5; P_(Mehlich⁻¹): 2 mg.dm⁻³; K_(Mehlich⁻¹): 3 mg.dm⁻³; Ca: 0,3 cmol_c.dm⁻³; Mg: 0,1 cmol_c.dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c.dm⁻³; H+Al: 2,6 cmol_c.dm⁻³; Na: 0,01 cmol_c.dm⁻³; C: 0,15%, MO 2,6 g.dm⁻³; Fe: 8,1 mg.dm⁻³; Cu: 0,1 mg.dm⁻³; Zn: 0,3 mg.dm⁻³; Mn: 3,1 mg.dm⁻³; S: 3,7 mg.dm⁻³; B: 0,53 mg.dm⁻³.

Após montados os vasos e transplantadas as mudas, foi fornecida, diariamente, solução completa a todas as plantas. Aos 35 dias após o transplantio, todos os vasos apresentavam plantas com inflorescências em formação, momento em que se iniciaram os tratamentos com as soluções omissas em nutrientes.

A aplicação dos tratamentos seguiu-se por 35 dias, quando se decidiu coletar o experimento devido ao agravamento dos sintomas em algumas plantas. O tempo total do semeio à coleta foi de 101 dias.

Na ocasião da coleta, todo o material da parte aérea de cada tratamento foi pesado para obtenção da massa fresca. Em seguida, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e seco em estufa de circulação de ar forçado, seguindo-se determinação da massa seca. Foi estabelecida relação entre a massa fresca e a massa seca. O material seco foi triturado em micromoinho tipo Willey para a determinação dos teores de nitrato.

Para análise de nitrato, os extratos foram obtidos por meio da extração aquosa de 100 mg do material vegetal seco e moído, em banho aquecido (45 °C) por 60 minutos e, posteriormente, filtrados. A cor foi obtida por meio da adição de 0,8 mL de ácido salicílico a 5% (diluído em ácido sulfúrico p.a.), 0,2 mL do extrato e 19 mL de hidróxido de sódio a 2N. Após repouso dos tubos para atingirem temperatura ambiente,

o resultado das reações foi lido em espectrofotômetro Specord® a 410 nm. A curva de calibração foi determinada com nitrato de sódio p.a.

Os dados foram submetidos a análises de variância pelo teste F e as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Resultados e Discussão

Os teores de nitrato nas plantas nos tratamentos completo e deficiente de macronutrientes e boro constam no Quadro 2.

Observa-se que os maiores teores de nitrato foram encontrados nos tratamentos deficientes em cálcio, magnésio e enxofre.

O nitrogênio é absorvido pelas plantas na forma de nitrato, sofre transformações e é incorporado nos aminoácidos e proteínas. O primeiro passo para a assimilação do nitrogênio é a redução do NO_3 em NO_2^- , intermediada pela enzima nitrato redutase (Khan et al., 2015). Sem o funcionamento adequado da nitrato redutase, o nitrato tende a se acumular no interior da célula, levando ao aumento dos teores de nitrato no tecido vegetal.

O cálcio é relacionado com a atividade da nitrato redutase (Riveras et al., 2015), não estando ainda elucidados todos os passos envolvendo os processos específicos desta relação. A queda da atividade da nitrato redutase também é relacionada com a deficiência de magnésio (Zhao et al., 2012). O enxofre também afeta a atividade da nitrato redutase (Khan et al., 2014). Na ausência destes elementos, a redução do nitrato a nitrito é comprometida, resultando no aumento dos teores de nitrato observados neste estudo. O menor teor de nitrato observado foi no tratamento deficiente em nitrogênio, logicamente pela falta do elemento na solução e conseqüente queda na absorção pelo vegetal.

Ao considerar o teor de nitrato observado no tratamento completo (5194 mg.kg^{-1}) e a máxima ingestão de nitrato, de origem vegetal, sugerida pela FAO (222 mg.dia^{-1} para uma pessoa de 60 kg de massa corpórea), pode-se inferir que o consumo diário máximo de jambu seja de 42,74 g de matéria seca (aproximadamente 285 g do vegetal fresco).

Conclusões

Os maiores teores de nitrato foram encontrados nos tratamentos deficiente em cálcio, magnésio e enxofre, enquanto o menor teor de nitrato foi observado no tratamento deficiente de nitrogênio.

Considerando as plantas cultivadas em solução completa, a ingestão máxima para uma pessoa de 60 kg de massa corpórea, de acordo com FAO, é de 285 g de jambu fresco.

Referências

- Borges, L.S., Goto, R. & Lima, G.P.P. 2012. Comparação de cultivares de jambu influenciada pela adubação orgânica. *Horticultura Brasileira* 30: 2261-2267.
- Habermeyer, M., Roth, A., Guth, S., Diel, P., Engel, K.H., Epe, B., Frust, P., Heinz, V., Humpf, H.U., Joost, H.G., Knorr, D., Kok, T., Kulling, S., Lampeng, A., Marko, D., Rechkemmer, D., Rietjens, I., Stadler, R.H., Vieths, S., Vogel, R., Steinberg, P. & Eisenbrand, G. 2014. Nitrate and nitrite in the diet: how to assess their benefit and risk for human health. *Molecular nutrition & food research* 59(1) 106-128.

- Homma, A.K.O., Sanches, R.S., Menezes, A.J.E.A. & Gusmão, S.A.L. 2011. Etnocultivo do jambu para o abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento* 6(12):125-141.
- Hoagland, D.R. & Arnon, D.I. 1950. The water culture method for growing plants without soils. Berkeley: California Agricultural Experimental Station.
- Khan, M.I.R., Nazir, F., Asgher, M., Per, T.S. & Khan, N.A. 2014. Selenium and sulfur influence ethylene formation and alleviate cadmium-induced oxidative stress by improving proline and glutathione production in wheat. *Journal of plant physiology* 173, 9-18.
- Khan, M.I.R., Iqbal, N., Masood, A., Mobin, M., Anjum, N.A. & Khan, N.A. 2015. Modulation and significance of nitrogen and sulfur metabolism in cadmium challenged plants. *Plant growth regulation*, 78(1), 1-11.
- Mantovani, J.R., Cruz, M.D., Ferreira, M.E. & Barbosa, J.C. 2005. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40(1), 53-59.
- O'Sullivan, J.N. & Ernest, J. 2007. Nutrient deficiencies in lesser yam (*Dioscorea esculenta*) characterized using constant-water table sand culture. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 170(2), 273-282.
- Riveras, E., Alvarez, J.M., Vidal, E.A., Oses, C., Vega, A. & Gutiérrez, R.A. 2015. The calcium ion is a second messenger in the nitrate signaling pathway of Arabidopsis. *Plant physiology* 169(2), 1397-1404.
- Zhao, H., Zhou, Q., Zhou, M., Li, C., Gong, X., Liu, C., Qu, C., Wang, L., Si, W. & Hong, F. 2012. Magnesium deficiency results in damage of nitrogen and carbon cross-talk of maize and improvement by cerium addition. *Biological trace element research* 148(1), 102-109.

Quadro 1 - Composição das soluções nutritivas, completa e omissa em N, P, K, Ca, Mg, S e B, utilizadas no experimento, baseada na Solução de Hoagland & Arnon, (1950).

Solução estoque	Tratamento (mL L ⁻¹)							
	Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-B
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O (2 mol L ⁻¹)	2	-	2	2	-	2	2	2
KNO ₃ (2 mol L ⁻¹)	3	-	3	-	3	3	3	3
NH ₄ H ₂ PO ₄ (1 mol L ⁻¹)	1	-	-	1	1	1	1	1
MgSO ₄ (1 mol L ⁻¹)	2	2	2	2	2	-	-	2
FeEDTA (25 g L ⁻¹)	1	1	1	1	1	1	1	1
MICRO*	1	1	1	1	1	1	1	1
H ₃ BO ₃ (25 mM)	1	1	1	1	1	1	1	-
(NH ₄) ₂ SO ₄ (1 mol L ⁻¹)	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5
NH ₄ Cl (1 mol L ⁻¹)	-	-	1	-	-	-	1	-
NaNO ₃ (2 mol L ⁻¹)	-	-	-	3	4	-	-	-
Na ₂ SO ₄ (1 mol L ⁻¹)	-	-	-	-	-	2	-	-
MgCl ₂ (1 mol L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	2	-
CaCl ₂ (2 mol L ⁻¹)	-	2	-	-	-	-	-	-
KCl (1 mol L ⁻¹)	-	4	-	-	-	-	-	-
KH ₂ PO ₄ (1 mol L ⁻¹)	-	1	-	-	-	-	-	-
K ₂ SO ₄ (0,5 mol L ⁻¹)	-	1	-	-	-	-	-	-

* Micronutrientes: CuSO₄·5H₂O = 250 mg L⁻¹, KCl = 3728 mg L⁻¹, MnSO₄·H₂O = 845 mg L⁻¹, ZnSO₄·7H₂O = 578 mg L⁻¹, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O = 88 mg L⁻¹

Quadro 2 - Teores de nitrato na parte aérea de plantas de *Acmella oleracea* cultivadas em solução completa e omissa em nutrientes.

Tratamento	Nitrato (mg.kg ⁻¹)
	cd
-N	2106,00 d
-P	6488,50 bc
-K	6516,75 bc
-Ca	10438,50 a
-Mg	9703,75 ab
-S	8021,75 abc
-B	6305,25 bc
CV (%)	23,18%

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente quando comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

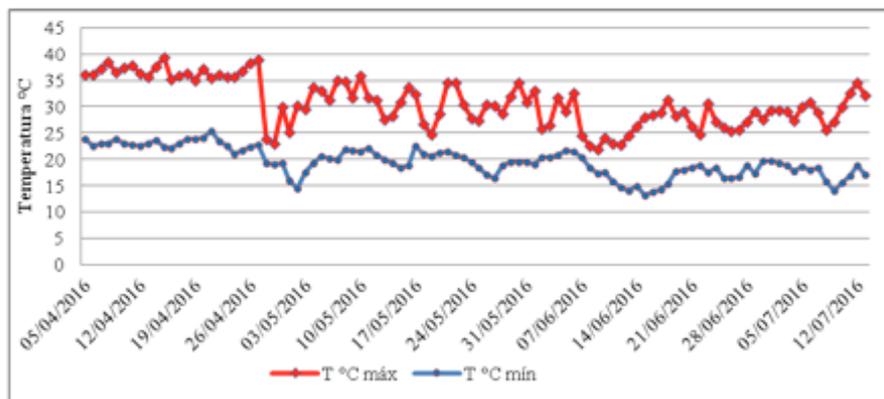


Figura 1 - Temperaturas máximas e mínimas durante a condução do experimento.

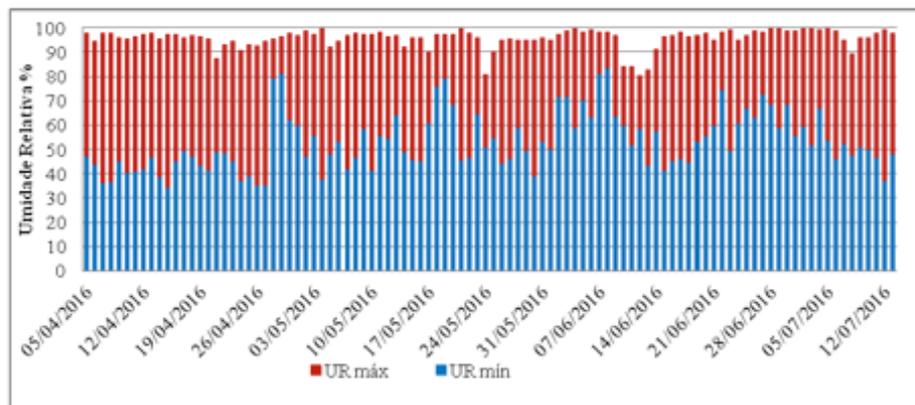


Figura 2 - Umidades relativas máxima e mínima durante a condução do experimento.

Eficácia de um compostado de resíduos da cunicultura aplicado ao solo em diferentes momentos antes da transplantação de alface

Luis Miguel Brito¹, Rúben Ferreira², Isabel Mourão¹ & João Coutinho³

¹Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, miguelbrito@esa.ipvc.pt

²Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, ruben_major@hotmail.com

³C Química, DeBA, EC Vida e Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ap 1013, 5001-911 Vila Real, Portugal, j_coutin@utad.pt

Resumo

Avaliou-se o efeito da aplicação de um compostado orgânico de resíduos da cunicultura (CRC) no crescimento da alface, em vasos, com os objetivos de: (i) determinar o melhor momento de plantação da alface após a incorporação do compostado ao solo; (ii) comparar o efeito do CRC com o de um compostado comercial de resíduos de ovinocultura (CCRO) certificado para o modo de produção biológico (MPB); e (iii) contribuir para a recomendação da fertilização orgânica no MPB para culturas hortícolas. Os ensaios realizaram-se na Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, com seis tratamentos e quatro blocos. O ensaio foi repetido três vezes, sendo a diferença entre cada ensaio o tempo entre o momento da aplicação do compostado e o momento da transplantação da alface, respetivamente: 0, 2 e 4 semanas. Os tratamentos consistiram em 5 doses de CRC: 0, 1, 2, 4 e 8 t ha⁻¹, e um tratamento com 4 t ha⁻¹ de CCRO. As doses crescentes de CRC, contribuíram para aumentar a produtividade da alface e a acumulação de nutrientes nas folhas, sendo este aumento mais evidente com a aplicação de CCRO que possuía um teor muito mais elevado de azoto amoniacal e uma condutividade elétrica (CE) muito inferior, em comparação com o CRC. Conclui-se que a aplicação do CRC pode ser recomendada para aumentar a absorção de nutrientes e a produtividade da alface no MPB, mas recomenda-se uma melhor seleção dos resíduos para compostagem para diminuir a CE do compostado.

Palavras-chave: azoto mineral, condutividade elétrica, corretivo orgânico, *Lactuca sativa* L.

Abstract

Efficacy of a compost of rabbit manure applied to soil at different moments before lettuce transplant

The aim of this study was to evaluate the effect of an organic compost of rabbit waste (CRW) on lettuce growth in pots. The objectives were: (i) to determine the best planting timing after compost incorporation into the soil; (ii) to compare the effect of the CRW with that of a commercial compost of sheep waste (CCSW) certified for organic agriculture (OA); and (iii) contribute to the recommendation of organic fertilization for horticultural crops. The trials were carried out at the Agricultural College of Ponte de Lima, with six treatments and four blocks. The trial was repeated three times, the difference being the period between the moment of application of the compost and the moment of transplanting the lettuce, respectively, 0, 2 and 4 weeks.

The treatments consisted of 5 rates of CRW: 0, 1, 2, 4 and 8 t ha⁻¹, and a treatment with 4 t ha⁻¹ of CCSW. The increasing rates of CRC contributed to increase lettuce yield and nutrient accumulation in the leaves. However, this increase was stronger with the application of CCSW which had higher ammonia content and lower electrical conductivity, compared to CRW. We recommend the application of CRW to increase nutrient uptake and lettuce yield in AB and a better selection of composting feedstock to decrease composting EC.

Keywords: *Lactuca sativa* L., electrical conductivity, mineral nitrogen, organic amendment

Introdução

O crescimento da cunicultura em Portugal justifica-se pela qualidade nutricional da carne de coelho (menor teor de gordura do que a de vaca ou de porco), por ser uma alternativa à produção de carne de animais de grande porte e porque a produção atual de carne de coelho, quer em Portugal quer na Europa, não satisfaz as necessidades de procura. No entanto, a produção de resíduos por coelho (50-60 kg ano⁻¹), constituídos principalmente por dejetos (sólidos e líquidos) misturados com os desperdícios de alimento e de água, pelo e outros resíduos, e água de limpeza, e que se acumulam ao longo de vários anos nos pavilhões de criação de coelhos, pode constituir um problema ambiental, se estes resíduos não forem geridos convenientemente (Paredes et al., 2015), porque podem veicular para o solo e a água um excesso de nutrientes, como azoto (N) e fósforo (P) para além de metais pesados, tal como, disseminar organismos patogénico e emitir gases com efeito de estufa (Bustamante et al. 2013). No entanto, através da compostagem, os compostados de resíduos da cunicultura podem ser uma alternativa à aplicação de adubos minerais para fertilização das culturas (Cabanillas et al., 2013).

Para além da composição dos estrumes de coelho e do processo de compostagem a que são sujeitos, o estado de maturação do compostado também influencia a sua capacidade para fornecer azoto (N) e outros nutrientes para as plantas. Um compostado pouco maturado poderá libertar maior quantidade de N no curto prazo do que um compostado em avançado estado de maturação, mas um compostado bem maturado melhorará a qualidade do solo e a capacidade de retenção de água e nutrientes. Em qualquer caso, o tempo entre a aplicação do compostado ao solo e a plantação da cultura poderá, também, influenciar a disponibilidade de nutrientes fornecidos pelos compostados ao solo.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a eficácia de um compostado de resíduos da cunicultura aplicado ao solo em diferentes momentos antes da transplantação de alface e estimar se as características destes compostados poderão contribuir para aumentar a fertilidade do solo quando os mesmos são utilizados como corretivos orgânicos do solo.

Material e métodos

Os ensaios foram realizados na Escola Superior Agrária de Ponte de Lima (41°47'30''N, 8°32'24''O, 50 m de altitude), com alface em vasos, numa estufa sem climatização. A experiência foi realizada com quatro blocos casualizados e seis tratamentos diferentes: compostado de resíduos da cunicultura (CRC) nas doses de 0, 1, 2, 4 e 8 t ha⁻¹; e um compostado comercial de resíduos da ovinocultura (CCRO) na dose de 4 t ha⁻¹. O ensaio foi repetido três vezes, sendo a diferença entre cada ensaio o tempo entre o momento da aplicação dos compostados e o momento da transplantação da alface. No primeiro ensaio a alface foi transplantada logo após a aplicação dos

compostados e nos outros dois foi transplantada duas semanas e quatro semanas, respetivamente, após a aplicação do compostado.

Os materiais utilizados para produzir o CRC foram fezes de coelhos com uma mistura de palhas de centeio, trigo e azevém, na proporção de 1:1 (fezes/palhas; v/v). O CCRO produzido com resíduos da ovinicultura foi comercializado pela Fertigrano – Agrimartin como estando certificado para o MPB e apresentava-se na forma peletizada. A alface (*Lactuca sativa* L.) do tipo Batávia, variedade MADIE RZ da empresa Rijk Zwaan foi transplantada no dia 6 de novembro de 2015 no primeiro ensaio e colhida no dia 7 de março no último ensaio. Os vasos foram regados de forma a que a água não fosse limitante do crescimento das alfaces e as infestantes foram retiradas dos vasos logo que emergiram, para não competirem com a alface por nutrientes.

Utilizaram-se as normas europeias (EN-Soil improvers and growing media, 1999) para a determinação das seguintes características dos compostados (n=5): humidade; pH; condutividade elétrica (CE); e teor de matéria orgânica (MO). O teor de MO do solo foi determinada pela quantidade de dicromato de sódio gasto na oxidação do carbono (C) orgânico, e os teores de P_2O_5 e K_2O pelo método de Egner-Riehm. O N mineral dos compostados foi determinado por espectrofotometria de absorção molecular após extração com KCl 2 M (1:5). O teor de N dos compostados foi determinado pelo método Kjeldahl. O teor de humidade das plantas foi calculado por gravimetria sendo as folhas secas a 65 °C até peso constante. Os métodos para determinar os macronutrientes nas alfaces e nos compostados foram anteriormente descritos (Brito et al., 2014; Brito et al., 2016). A comparação dos resultados entre tratamentos realizou-se através da análise de variância, recorrendo-se ao programa SPSS v.22.0, sendo as médias comparadas com base nas menores diferenças significativas ($P < 0,05$).

Resultados e discussão

O solo utilizado nesta experiência possuía uma reação ácida, com um valor de pH (5,4) abaixo do limite inferior de pH recomendável para a alface, considerando que o pH ideal para esta cultura se situa entre valores de 6 e 6,8 (Maynard & Hochmuth, 1997). O solo possuía teores de MO (21 g kg⁻¹) e de fósforo (52 mg kg⁻¹ de P_2O_5 disponível) médios e um teor elevado de potássio (227 mg kg⁻¹ de K_2O disponível).

As características do compostado de resíduos da cunicultura (CRC) e do compostado comercial de resíduos da ovinicultura (CCRO) encontram-se no quadro 1, destacando-se em ambos um teor de MO baixo. Apesar do teor de MO do CRC (477 g kg⁻¹) ter sido superior ao do CCRO (389 g kg⁻¹), foi inferior aos teores de MO de estrumes da cunicultura de 650 e 735 g kg⁻¹ referidos por Moral et al. (2005) e Paredes et al. (2015), respetivamente. O teor de N do CRC (16 g kg⁻¹) foi semelhante ao teor de N (17 g kg⁻¹) referido por Moral et al. (2005) e ligeiramente inferior ao teor de N (21 g kg⁻¹) registado por Paredes et al. (2015) ou de 20 g kg⁻¹ referido por Canet et al. (2008), enquanto a razão C/N do CRC (C/N = 17) foi intermédia entre as referidas por Moral et al. (2005) e Paredes et al. (2015) (15 e 20, respetivamente).

O elevado teor de amónia do CCRO e a elevadíssima razão N - NH_4^+ /N - NO_3 que possuía (6115) revelaram que o compostado não estava maturado, quer porque o teor de N - NH_4^+ deveria ser inferior a 400 mg kg⁻¹ (Zucconi & De Bertoldi, 1987) para se considerar o compostado estabilizado, quer porque na base do California Compost Quality Council (CCQC, 2001) a razão N - NH_4^+ /N - NO_3 não deve ser superior a 0,5 para se considerar que um compostado está maturado ou superior a 1 de acordo com Larney & Hao (2007). Destaca-se, também, o elevado valor da CE do CRC, semelhante

ao valor de 17,3 dS m⁻¹ referido por Canet et al. (2008), que verificaram elevados aumentos de salinidade durante a fase final de compostagem de resíduos da cunicultura.

Em qualquer das plantações, verificou-se que a produção de alface teve uma tendência para aumentar com aumentos da dose de aplicação de CRC, ainda que nem sempre significativamente com aumentos sucessivos da dose de compostado, e que a produção com CCRO foi sempre superior à produção verificada com qualquer dose de CCR, não sendo a diferença de produção significativa apenas entre CCRO e a dose de 8 t ha⁻¹ de CRC na primeira plantação (fig. 1).

A produção média em todos os tratamentos aumentou significativamente entre a primeira plantação e as duas plantações posteriores, as quais não diferiram significativamente entre si. O teor de matéria seca aumentou da primeira (6,5%) para segunda plantação (7,5%) e desta para a terceira (8,3%), sendo sempre inferior no tratamento com CCRO onde a produção foi superior. Na segunda plantação, o acréscimo de peso fresco verificado entre as alfaces tratadas com CCRO e as produzidas no solo sem compostado (89 g planta⁻¹) foi superior em comparação com a primeira plantação (68 g planta⁻¹), sendo este valor de 82 g planta⁻¹ na terceira plantação. Com a aplicação de CRC os aumentos de produção com a dose máxima de compostado em comparação com o tratamento sem compostado foram também semelhantes entre a primeira e a segunda experiência (39 e 37 g planta⁻¹, respetivamente), e foi inferior (20 g planta⁻¹) na terceira. Concluiu-se que o aumento de tempo entre a aplicação dos compostados e a transplantação não beneficiou a produção de alface, sendo os aumentos de produção explicados exclusivamente pela quantidade de compostado e pelo tipo de compostado utilizado, para além das condições ambientais ocorridas durante os ensaios.

O aumento de produção da alface com doses crescentes de CRC poderá ser explicado pelo aumento da disponibilidade de nutrientes deste compostado, designadamente de N nítrico (quadro 1). O forte aumento de peso da alface que se verificou com a aplicação de CCRO em comparação com a mesma dose de CRC, ou mesmo a sua dose mais elevada, poderá ser explicado pelo elevado teor de N amoniacal do CCRO. A elevada salinidade do CRC em comparação com o CCRO poderá, também, ter contribuído para a menor produção de alface com CRC.

Considerando a média dos valores das três experiências (plantações) de cada tratamento, verifica-se que quer o peso fresco da alface, quer o seu peso seco (fig. 2) foi significativamente superior com a aplicação de CCRO em comparação com qualquer dose de CRC, verificando-se, também, um elevado coeficiente de determinação (R²) da regressão linear entre o peso seco da alface e a aplicação de doses crescentes de CRC, donde se concluiu que a variabilidade na acumulação de matéria seca de alface dependeu fortemente da aplicação do compostado ao solo, independentemente da antecedência com que foi aplicado antes da transplantação.

O teor de N nas alfaces não variou de forma consistente entre diferentes doses de CRC nem entre diferentes plantações (quadro 2), sendo muito inferior aos teores de N verificados em experiências anteriores de vasos com alface e aplicação de compostados ao solo (Brito et al., 2014; Brito et al., 2016). No entanto, o teor de N na alface cultivada com CCRO (22-27 g kg⁻¹) foi próximo dos teores reportados por aqueles autores (21-31 e 22-28 g kg⁻¹, respetivamente). Em qualquer das plantações o teor de N duplicou na alface cultivada no solo com CCRO em comparação com CRC o que permitiu que a acumulação de N quase triplicasse com CCRO comparando com o CRC (quadro 3). Estes factos revelam que o crescimento da alface foi fortemente limitado pela disponibilidade de N no solo sem compostado ou mesmo com aplicação de doses crescentes de CRC.

Com a aplicação de CCRO (na dose de 4 t ha⁻¹) a quantidade de N mineral (N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺) veiculada pelo CCRO foi 26 vezes superior à que se verificou para a mesma dose de CRC. Para a média das três plantações, com CCRO cada alface acumulou, em média, mais 107 mg de N do que as alfaces do tratamento sem compostado, enquanto a quantidade de N mineral no compostado era 245 mg. Por isso, é provável que a alface, neste tratamento, não tenha sido limitada no seu crescimento pela disponibilidade de N mineral. Pelo contrário, nos tratamentos com CRC é provável que o principal fator limitante do crescimento tenha sido a limitação de N mineral no solo. Quer porque o N mineral veiculado pelo compostado foi inferior à diferença entre o N acumulado na planta fertilizada e o N acumulado na planta não fertilizada, quer porque acréscimos da dose de compostado se associaram a aumentos de produção e de acumulação de N nas plantas.

As alfaces, para média das 3 plantações, mesmo que utilizassem todo o N mineral do compostado (CRC), necessitariam de utilizar mais 2% do N orgânico que se teria de mineralizar durante o tempo de crescimento da alface. O que corresponderia uma taxa de mineralização do N orgânico de 2% para a média de todas as plantações e todos os tratamentos com CRC, caso não se tivessem verificado perdas de N por volatilização, já que a água drenada que poderia lixiviar N nítrico para os pratos dos vasos, foi sempre repostada no solo. Entre plantações, as taxas de mineralização seriam de 2,8%, 0,3% e 1,9%, para a média dos quatro tratamentos com CRC, no primeiro, segundo e terceiro ensaio, respetivamente. O que confirma que com o estrume de coelho, a disponibilidade de azoto orgânico ao longo do tempo ocorreu a uma taxa lenta (Cabanillas et al., 2013)

A limitação do crescimento da alface pela falta de disponibilidade de N no solo também se explica pela maior eficiência de utilização do N (EUN = matéria seca vegetal / N acumulado) verificada nos tratamentos com CRC em comparação com CCRO. Com este último compostado, a alface acumulou 45 mg de peso seco por cada 1 mg de N acumulado enquanto nos restantes tratamentos a alface acumulou, em média, 88 mg de peso seco por cada 1 mg de N acumulado na alface. A diferença na eficiência fisiológica do N, calculada por: $EFN = [MS\ vegetal\ do\ N_x - MS\ vegetal\ do\ N_0] / [(N\ acumulado\ no\ N_x - N\ acumulado\ no\ N_0)]$, foi ainda superior entre compostados em comparação com a EUN, já que por cada 1 mg de N acumulada a mais na alface tratada, em comparação com a não tratada, resultou num aumento de apenas 30 mg de peso seco na alface cultivada com CCRO o que contrasta com o aumento de 135 mg de peso seco para a média dos tratamentos com CRC.

O teor de P aumentou com o aumento da dose de CRC e foi semelhante na alface tratada com CCRO ou com a dose mais elevada de CRC, sendo ligeiramente superior na primeira plantação em comparação com as duas plantações posteriores. Naturalmente, a acumulação de P e de K na planta (quadro 3) também aumentou com a aplicação de doses crescentes de CRC e com a aplicação de CCRO, quer devido aos aumentos no teor de P ou K, quer aos aumentos de peso seco que se verificaram com doses crescentes de CRC e entre a aplicação de CCRO e CRC.

Conclusões

A aplicação do CCRO com um teor de N-NH₄⁺ muito mais elevado do que o de CRC, resultou numa maior absorção de N e maior produtividade da alface com este compostado em comparação com a aplicação do CRC. Aumentos crescentes da dose de CRC associaram-se a aumentos de absorção de N e maior produtividade da alface, porque o N foi um forte fator limitante no crescimento da alface.

Apesar do CCRO possuir um teor de N-NH_4^+ muito superior ao recomendado para os compostados, este poderá não ter sido tóxico para as plantas porque permitiu aumentar significativamente a produção. Verificou-se diminuição da eficiência com que as alfaces utilizaram o N disponível quando se utilizou o CCRO, porque a quantidade de N disponível com este tratamento foi superior às necessidades das plantas.

Considerando a maior disponibilidade imediata de N do CCRO e que o seu teor de N total foi inferior ao do CRC, concluiu-se que este último compostado possui um teor de N orgânico superior, o qual, poderá ser disponibilizado para as culturas no longo prazo, ao contrário do CCRO que pode ser utilizado para disponibilizar mais N no curto prazo.

Agradecimento

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e a Tecnologia e FEDER no âmbito do programa PT2020 pelo apoio financeiro ao CIMO (UID/AGR/00690/2013).

Referências

- Brito, L.M., Monteiro, J., Mourão, I. & Coutinho, J. 2014. Organic lettuce growth and nutrient uptake response to lime compost and rock phosphate. *Journal of Plant Nutrition* 37:2002-2011.
- Brito, L.M., Sampaio, A., Pinto, R., Mourão, I. & Coutinho, J. 2016. Lettuce response to organic and phosphate fertilizers and root mycorrhization. *Journal of Plant Nutrition* 39:842-849.
- Bustamante, M.A., Restrepo, A.P., Albuquerque, J.A. Pérez-Murcia, M.D., Paredes, C., Moral, R. & Bernal, M.P. 2013. Recycling of anaerobic digestates by composting: Effect of the bulking agent used. *Journal of Cleaner Production* 47:61-69.
- Cabanillas, C., Stobbia, D. & Ledesma, A. 2013. Production and income of basil in and out of season with vermicomposts from rabbit manure and bovine ruminal contents alternatives to urea. *Journal of Cleaner Production* 47:77-84.
- CCQC (California Compost Quality Council). 2001. Compost maturity index. Technical report. Nevada City, USA.
- Canet, R., Pomares, F., Cabot, B., Chaves, C., Ferrer, E., Ribó, M. & Albiach, M.R. 2008. Composting olive mill pomace and other residues from rural southeastern Spain. *Waste Management* 28:2585-2592.
- Larney, F.J. & Hao, X. 2007. A review of composting as a management alternative for beef cattle feedlot manure in southern Alberta, Canada. *Bioresource Technology* 98:3221-3227.
- Maynard, D.N. & Hochmuth, G.J. 1997. Knott's handbook for vegetable growers. Fourth edition. John Wiley & Sons, New York.
- Moral, R., Moreno-Caselles, J., Perez-Murcia, M.D., Perez-Espinosa, A., Rufete, B. & Paredes, C. 2005. Characterisation of the organic matter pool in manures. *Bioresource Technology* 96:153-158.
- Paredes, C., Pérez-Murcia, M.D., Bustamante, M.A., Pérez-Espinosa, A., Agulló, E. & Moreno-Caselles, J. 2015. Valorization of Mediterranean Livestock Manures: Composting of Rabbit and Goat Manure and Quality Assessment of the Compost Obtained. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 46:248-255.
- Zucconi, F. & De Bertoldi, M. 1987. Composts specifications for the production and characterization of composts from municipal solid waste. p. 30-50I. In: M. de Bertoldi, M.P. Ferranti, P. L'Hermite, and F. Zucconi (eds.) *Compost: Quality and Use*, Elsevier Applied Science.

Quadro 1 - Teor de matéria seca (MS) e características químicas dos compostado.

Compostado	MS	pH	CE	MO	C/N	N _{Kj}	N -NH ₄ ⁺	N - NO ₃ ⁻	N -NH ₄ ⁺ / N - NO ₃ ⁻
	(g kg ⁻¹)		(dS m ⁻¹)	(g kg ⁻¹)		(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	
CRC	513	7,4	16,9	477	17	15,5	14	218	0,07
CCRO	872	8,1	1,0	389	14	15,0	6128	1,00	6115

CRC: Compostado de resíduos da cunicultura

CCRO: Compostado comercial de resíduos da ovinocultura

Quadro 2 - Teor de nutrientes (N, P e K) na alface nas três plantações.

Nutriente (g kg ⁻¹)	Plantação	Tratamento					
		0	1	2	4	8	T
N	P1	14,0	12,6	12,1	13,1	13,6	26,6
	P2	13,4	10,3	12,6	11,4	10,9	23,5
	P3	9,9	9,8	12,5	9,9	10,3	21,7
P	P1	2,1	2,2	2,6	2,8	3,2	2,9
	P2	1,8	1,5	1,9	2,0	2,4	2,7
	P3	1,3	1,6	2,0	2,0	2,1	2,2
K	P1	38,1	42,7	33,8	47,2	37,2	53,1
	P2	45,6	40,3	44,9	60,0	50,8	40,6
	P3	58,0	37,0	40,9	40,9	73,7	59,0

Plantação (dias após aplicação do compostado: P1=0; P2=14; P3=28)

Tratamentos: Compostado de resíduos da cunicultura (0, 1, 2, 4 e 8 t ha⁻¹);T = Compostado de resíduos de ovelha (4 t ha⁻¹)LSD (p <0,05): N = 3,6 g kg⁻¹; P = 0,44 g kg⁻¹; K = 29,6 g kg⁻¹

Quadro 3 - Acumulação de nutrientes (N, P e K) na alface nas três plantações.

Nutriente (mg planta ⁻¹)	Plantação	Tratamento					
		0	1	2	4	8	T
N	P1	28	35	34	45	61	104
	P2	48	46	60	62	67	174
	P3	47	48	66	55	63	165
P	P1	4	6	7	10	14	12
	P2	6	7	9	11	15	20
	P3	6	8	10	11	13	17
K	P1	83	119	94	175	165	295
	P2	159	178	208	318	307	311
	P3	311	267	184	214	228	454

Plantação (dias após aplicação do compostado: P1=0; P2=14; P3=28)

Tratamentos: Compostado de resíduos da cunicultura (0, 1, 2, 4 e 8 t ha⁻¹);T = Compostado de resíduos de ovelha (4 t ha⁻¹)LSD (p <0,05): N = 22 mg planta⁻¹; P = 3,2 mg planta⁻¹; K = 183 mg planta⁻¹

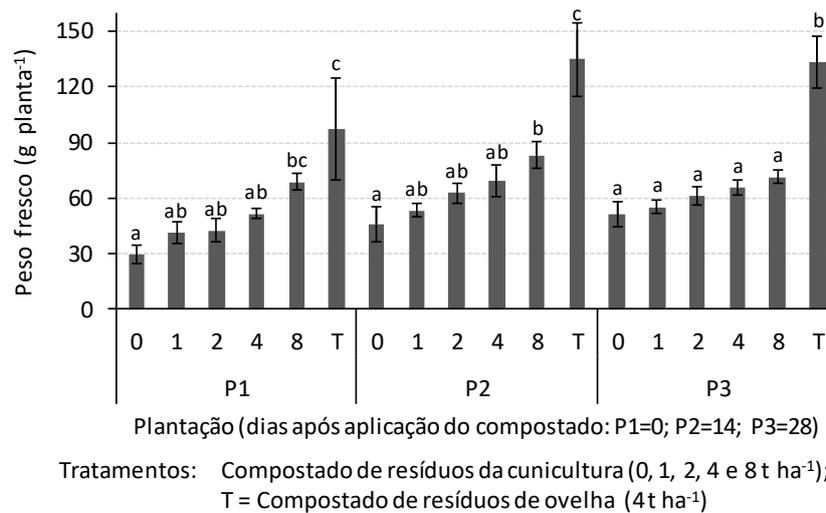


Figura 1 - Peso fresco da alface em três plantações com diferentes tratamentos. Letras diferentes por cima das colunas, dentro de cada plantação, representam diferenças significativas de peso. As barras de erro representam \pm o erro padrão.

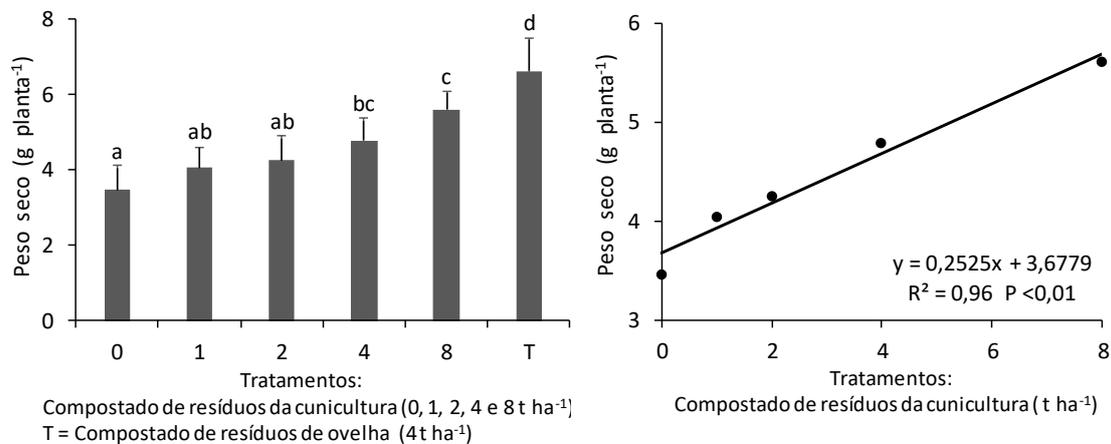


Figura 2 - Peso seco da alface (média de três plantações) com diferentes tratamentos. Letras diferentes por cima das colunas representam diferenças significativas de peso. As barras de erro representam \pm o erro padrão.

Efeito da água ozonizada em diferentes concentrações no controle de microrganismos e na qualidade físico-química de morango armazenado

Wallas Ferreira, Ernandes Alencar, Hanna Alves & Jaqueline Ribeiro

Universidade de Brasília, Brasília – Brasil, wallasfelippe@gmail.com

Resumo

O consumo *in natura* de morango orgânico está comprometido pela suscetibilidade dos frutos à contaminação microbiológica. É necessária a adoção de métodos que sejam eficientes, de tal forma a garantir a segurança do produto. O gás ozônio surge como uma alternativa à utilização de produtos clorados na indústria de alimentos. Objetivou-se avaliar o efeito da água ozonizada em diferentes condições sobre microrganismos na pós-colheita de morango, além de avaliar possíveis efeitos na qualidade físico-química durante o armazenamento. Utilizaram-se morangos da variedade "Portola" — sem a utilização de agroquímicos na produção. Os morangos foram divididos em três lotes: gás ozônio dissolvido em água na concentração de 45 mg L⁻¹ e 20 mg L⁻¹ e borbulhados por 40 min e, por último, um lote que não foi submetido à imersão em água ozonizada. Em seguida os morangos foram armazenados em câmara fria a 5 °C. As análises dos frutos foram realizadas no dia da ozonização e a cada três dias até o nono dia de armazenamento. Foi avaliado a presença de *Salmonella* spp., coliformes totais, *E. coli*, bolores e leveduras e aeróbios mesófilos, todos expressos em log (UFC g⁻¹). As variáveis qualitativas avaliadas foram: perda de massa fresca, pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, relação SST/ATT e coloração. Adotou-se Delineamento Inteiramente Casualizado em esquema fatorial 3x4, sendo três tratamentos e quatro períodos de armazenamento (0, 3, 6 e 9), com três repetições. Inicialmente realizou-se análise de variância e posteriormente análise de regressão. A água ozonizada foi eficiente no controle de microrganismos, principalmente no que se refere a aeróbios mesófilos. Em relação à qualidade físico-química dos morangos armazenados, a água ozonizada não afetou expressivamente as variáveis qualitativas. A utilização de água ozonizada pode se tornar um método promissor no controle de microrganismos e na manutenção da qualidade físico-química de morangos armazenados.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, microbiologia, regressão, ácidos, açúcares, coloração.

Abstract

Effect of ozonized water in different concentrations on the control of microorganisms and on the physical-chemical quality of stored strawberry.

The *in natura* consumption of organic strawberry is compromised by the susceptibility of the fruits to the microbiological contamination. It is necessary to adopt methods that are efficient in order to guarantee the safety of the product. Ozone gas appears as an alternative to the use of chlorinated products in the food industry. The objective of this study was to evaluate the effect of ozonated water on different conditions on microorganisms in strawberry post-harvest, besides evaluating possible effects on the physical-chemical quality during storage. Strawberries of the "Portola"

variety were used, without the use of agrochemicals in production. The strawberries were divided into three lots: ozone gas dissolved in water at 45 mg L⁻¹ and 20 mg L⁻¹ and bubbled for 40 min and finally a batch that was not subjected to immersion in ozonated water. The strawberries were then stored in a cold room at 5 °C. Fruit analyzes were carried out on the day of ozonation and every three days until the ninth day of storage. The presence of *Salmonella* spp., Total coliforms, *E. coli*, molds and yeasts and aerobic mesophiles, all expressed as log (UFC g⁻¹) were evaluated. The qualitative variables evaluated were: mass loss, pH, titratable acidity, soluble solids, SS/TA ratio and color. A completely randomized design was used in a 3x4 factorial design, with three treatments and four storage periods (0, 3, 6 and 9), with three replications. Initially, we performed variance analysis and regression analysis. The ozonated water was efficient in the control of microorganisms, especially with regard to aerobic mesophiles. Regarding the physicochemical quality of stored strawberries, the ozonated water did not ex-pressively affect the qualitative variables. The use of ozonated water can become a promising method in the control of microorganisms and in the maintenance of the physical-chemical quality of stored strawberries.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, microbiology, regression, acids, sugars, coloration.

Introdução

A cultura do morangueiro começou a desenvolver-se economicamente no Brasil no final da década de 1950, em Minas Gerais — onde foi se adaptando a diversos climas e solos. Chegou ao Distrito Federal na década de 1960, através de produtores de origem japonesa vindos de São Paulo; obtiveram relativo sucesso devido à altitude da região, cerca de 1.000 m acima do nível do mar, e condições climáticas favoráveis, temperaturas mais altas no verão e inverno ameno e seco (Henz, 2010). Atualmente a olericultura é uma das principais atividades agrícolas e econômicas para pequenos produtores no Distrito Federal, cuja área cultivada é de aproximadamente 6.500 hectares/ano. O morango é uma das principais culturas no contexto social e econômico do Distrito Federal, pois é uma olerícola — no contexto do sistema de produção —, que possui um alto valor agregado e geração de empregos na região (Emater-DF, 2011).

O consumo *in natura* de morango orgânico está comprometido pela suscetibilidade dos frutos à contaminação microbiológica. As más práticas de manejo do cultivo, manipulação dos frutos sem um devido controle, o uso de matéria orgânica sem os devidos processos de compostagem entre outros fatores, tem permitido a contaminação dos frutos de morango por patógenos que, ao serem consumidos, podem causar infecções e danos à saúde humana, além de perdas no armazenamento das características qualitativas (Bollen, 1985; Oshita, 2012). Há uma grande importância nas etapas da cadeia produtiva do morango, em que os frutos devem ser conservadas as propriedades físico-químicas, tais como pH, acidez total titulável, coloração e sólidos solúveis, além de controlado e/ou inibido o desenvolvimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes, que comprometem a sanidade do produto. A vida de prateleira do morango é limitada, entre 5 e 7 dias, devido especialmente à alta atividade microbiana e respiratória (Aguayo et al., 2006; Nascimento & Silva, 2010). Diante desses fatos é necessária a adoção de métodos que sejam eficientes na redução de microrganismos, tanto patogênicos como deteriorantes, de tal forma a garantir a segurança do produto e, conseqüentemente, reduzir a velocidade do processo de deterioração. Dentre as propriedades desejadas para um sanificante Lelieveld et al. (2003) destacam que: devem possuir largo espectro antimicrobiano, ser de fácil uso, não

possuir propriedades tóxicas e irritantes, além de ser de baixo custo — economicamente viável.

O gás ozônio (O_3), ou oxigênio triatômico, é uma forma alotrópica do oxigênio, que pode ser produzida naturalmente como resultado de relâmpagos ou radiação ultravioleta (Kim et al., 1999). O gás ozônio surge como uma alternativa à utilização de produtos clorados na indústria de alimentos, pois os compostos clorados possuem algumas desvantagens no tratamento de água e na indústria de alimentos, tais como a formação de compostos mutagênicos e carcinogênicos na água e/ou superfície de contato dos alimentos (Lazarova et al., 1999). Salienta-se que o ozônio foi classificado como GRAS (Generally Recognized as Safe) nos Estados Unidos e liberado como agente antimicrobiano pelo FDA (Food and Drug Administration) para uso em alimentos, tanto na forma gasosa quanto dissolvido em água (FDA, 2001). Dentre os compostos encontrados na natureza, o gás ozônio se destaca por apresentar o segundo maior potencial de oxidação (2,07 mV); essa característica torna o ozônio um forte agente antimicrobiano com grande aplicabilidade na indústria de alimentos e um dos mais potentes sanitizantes conhecidos (Güzel-Seydim et al., 2004; Novak & Yuan, 2007). A utilização de água ozonizada na sanitização de frutas e hortaliças ainda é pouco evidenciada quando comparado às aplicações do ozônio na forma de gás. Kim et al. (2003) e Di Bernado & Dantas (2005) relatam que a ozonização da água vai depender de diversos fatores, tais como: cinética de decomposição em meio aquoso, teor de matéria orgânica na água, temperatura da água e o pH do meio.

Diante de tudo que foi exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito sanitizante do ozônio dissolvido em água para o controle de microrganismos em morango e avaliar possíveis alterações na qualidade físico-química durante o armazenamento.

Material e Métodos

Utilizaram-se morangos da cultivar "Portola", cultivados na cidade de Brazlândia, DF, Brasil. A área de cultivo está localizada a 1200 m de altitude, e nas coordenadas geográficas de 15°65'25" de latitude Sul e longitude 48°10'92" W. Os frutos foram colhidos à mão em seu ponto de maturação comercial, devidamente selecionados, sendo descartados frutos com lesões. Foram então levados para o Laboratório de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Vegetais na Universidade de Brasília – DF, em dezembro de 2016.

O gás ozônio foi obtido por meio de um gerador de ozônio (Modelo 0&L 5.0 RM) baseado no método de descarga por barreira dielétrica (DBD) – efeito corona. No processo de geração do ozônio, foi utilizado como insumo oxigênio (O_2) com grau de pureza de aproximadamente 90%, isento de umidade, obtido de concentrador de oxigênio acoplado ao gerador de ozônio. Foi utilizado duas concentrações de ozônio, uma de 45 mg L⁻¹ e vazão de 1 L min⁻¹ e outra concentração de 20 mg L⁻¹ e vazão de 1 L min⁻¹; para a primeira concentração de ozônio o tempo de borbulhamento em água foi de 40 min, enquanto que na segunda concentração o tempo de borbulhamento foi de 20 min. Para ozonização utilizou-se 3,0 L d'água, dividido em dois recipientes de 1,5 L cada, esse processo foi repetido para cada um dos tratamentos. A quantificação do ozônio dissolvido na água foi realizada em fotômetro SAM CHEMetrics, Modelo I-2019, com faixa de medição de 0,01 a 5,0 mg L⁻¹.

Os frutos, devidamente selecionados, foram divididos em três lotes. O experimento consistiu de três tratamentos, sendo duas diferentes concentrações de gás ozônio na água e 7,5 min de contato da água ozonizada com os morangos (tempo de

imersão), além da testemunha do experimento, que não passou por nenhum processo de sanitização. Inicialmente os frutos foram acondicionados em recipiente de vidro com capacidade de 3,0 L e imersos em água por 7,5 min. Finalizado esse período, efetuou-se a drenagem da água. Em seguida, os frutos foram acondicionados em embalagens de polietileno retangulares (18 cm x 12 cm), transparentes e identificados de acordo com cada tratamento, com 3 repetições. Em cada uma das embalagens foram colocados aproximadamente 100 g de morango. Armazenaram-se em câmara climática tipo B.O.D. na temperatura de 5 ± 1 °C. Foram realizadas análises microbiológicas e físico-químicas imediatamente após os tratamentos e a cada três dias até o dia 9 de armazenamento (0, 3, 6 e 9 dias de armazenamento).

Utilizou-se o sistema Petrifilm™ (3M Company, St. Paul, MN, USA), conforme orientação do fabricante para contagem de bolores e leveduras (YM), aeróbios mesófilos (AC), coliformes totais e *Escherichia coli* (EC 6404). Destaca-se que essa técnica foi testada em morango fresco por Jordano et al. (1995) para esses microrganismos, sendo obtido resultado satisfatório. Para a contagem de *Salmonella* spp., utilizou-se o protocolo descrito pela Instrução Normativa número 62, do Ministério da Agricultura. Os resultados foram expressos em log (UFC g⁻¹).

Na avaliação da qualidade dos morangos foram avaliados a perda de massa fresca, pH, acidez titulável, sólidos solúveis (°Brix), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SST/ATT) e coloração dos morangos. A perda de massa fresca foi determinada pela diferença entre a massa inicial e a massa final com balança digital e expressa em porcentagem da massa inicial. O pH foi determinado com o potenciômetro Digimed Mod. DM21. Utilizou-se aproximadamente 10 gramas de amostra triturada e homogeneizada em 100 mL de água destilada. Utilizou-se aproximadamente 10 gramas de amostra triturada e homogeneizada em 100 mL de água destilada para análise de acidez titulável – determinada de acordo com as normas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz, (2008). Efetuou-se a titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N padronizada até o ponto de viragem equivalente a pH 8,2, utilizando-se potenciômetro Digimed Mod. DM21. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico. Os sólidos solúveis foram determinados no refratômetro digital Atago (Modelo 1T). Os resultados foram expressos em °Brix, de acordo com a AOAC (2002). A partir dos valores obtidos referentes a sólidos solúveis e acidez titulável foi possível a obtenção da relação SST/ATT.

A coloração dos morangos foi avaliada usando o colorímetro ColorQuest® XE da HunterLab. O equipamento foi devidamente calibrado e os valores foram tomados da polpa dos frutos, realizando-se duas leituras das amostras de cada repetição. Com os valores das coordenadas L, a e b foi possível obter parâmetros relacionados à saturação da cor (C), à tonalidade (h) e diferença de cor (ΔE):

$$C = \sqrt{(a^2 + b^2)}$$

$$h = \arctang(b/a)$$

$$\Delta E = \sqrt{[(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2]}$$

Em que:

a = mensurável em termos de intensidade de vermelho e verde; e

b = mensurável em termos de intensidade de amarelo e azul.

L_0 , a_0 e b_0 são os valores obtidos no tempo zero.

Adotou-se Delineamento Inteiramente Casualizado em Esquema Fatorial 3x4, sendo três tratamentos e quatro períodos de armazenamento (0, 3, 6 e 9 dias), com três repetições. Inicialmente realizou-se análise de variância e posteriormente análise de

regressão. Para análise de variância utilizou-se o programa ASSISTAT 7.7 e o software SigmaPlot v. 10 para a obtenção das equações e plotagem dos gráficos.

Resultados e Discussão

Antes da imersão dos morangos em água ozonizada quantificou-se o ozônio residual, obtendo-se valores de $3,43 \text{ mg L}^{-1}$, para a concentração inicial do gás ozônio de 45 mg L^{-1} , borbulhados por 40 min; e $1,90 \text{ mg L}^{-1}$ para a concentração inicial do gás ozônio equivalentes a 20 mg L^{-1} , borbulhado por 20 min. A decomposição do ozônio em meio aquoso é caracterizada por uma rápida diminuição da concentração inicial, com uma fase posterior na qual a concentração de ozônio diminui segundo uma cinética de primeira ordem, sendo que os radicais hidroxila (OH) são os principais produtos desta decomposição (Kim et al., 2003; Almeida et al., 2004). A solubilidade do gás ozônio em meio aquoso dependerá também do conteúdo de matéria orgânica no meio, pois, quanto menor a concentração de matéria orgânica, maior será o tempo de meia vida do ozônio em água. Grande parte dos processos de desinfecção ocorre via ozônio molecular (O_3) — via direta. Entretanto, processos de oxidação, predominantemente, ocorrem por meio dos radicais hidroxila (OH) — via indireta (Khadre et al., 2001).

Não foi detectada a presença de *Salmonella* spp. e *E. coli* nos morangos. A contagem de coliformes totais não permitiu inferir sobre a capacidade da água ozonizada controlar microrganismos desse grupo, nas diferentes condições adotadas.

Houve diferença significativa ($p < 0,01$) para contagem de aeróbios mesófilos e para contagem de bolores e leveduras em decorrência da interação tratamento e período de armazenamento de morangos. Na Figura 1 encontram-se os valores referentes à contagem de aeróbios mesófilos (Fig. 1a), bolores e leveduras (Fig. 1b), expressos em log (UFC g^{-1}), em morangos imersos em água ozonizada em diferentes condições e armazenados a $5 \text{ }^\circ\text{C}$. No Quadro 1 encontram-se as equações das regressões ajustadas e respectivos coeficientes de determinação referentes à contagem de aeróbios mesófilos e de bolores e leveduras em função do período de armazenamento.

Os frutos não ozonizados permaneceram com contagem de aeróbios mesófilos elevada e superior aos dois tratamentos ao longo de todo período de armazenamento, obtendo-se contagem final estimada equivalente a 7,0 ciclos log (Fig. 1a). O tratamento com água ozonizada na concentração de $3,43 \text{ mg L}^{-1}$ e tempo de imersão de 7,5 min, apresentou contagem inferior aos demais tratamentos ao final do período de armazenamento. Nessa condição, a contagem de aeróbios mesófilos foi equivalente a 5,5 ciclos log, o que implica em diferença 1,5 ciclos log, quando se comparou com o resultado obtido nos frutos não ozonizados. Tais resultados podem ser explicados pelo elevado poder oxidativo do ozônio (Kim et al., 1999). Rodgers et al. (2004) compararam a eficácia do ozônio, soluções de cloro e ácido peroxiacético em maçãs, morangos, melão e alface contaminados com *E. coli* O157:H7 e *Listeria monocytogenes*. Segundo esses autores a maior redução na população desses microrganismos utilizando-se ozônio. Beltrán et al. (2005) avaliaram o uso de água ozonizada em alface e obtiveram redução na contagem de aeróbios mesófilos 1,8 ciclos log quando comparada com o resultado obtido no produto não ozonizado, depois de 13 dias de armazenamento a $4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Observou-se expressivo incremento na contagem de bolores e leveduras em todos os tratamentos, ao longo do período de armazenamento (Fig. 1b). Destaca-se, entretanto, a diferença observada quando se comparam os resultados obtidos nos frutos não ozonizados com aqueles imersos em água ozonizada na concentração de $3,43 \text{ mg L}^{-1}$ com tempo de imersão de 7,5 min. Nos frutos não ozonizados, a contagem de bolores

e leveduras foi de 7,8 ciclos log, enquanto que o valor obtido para a concentração de 3,43 mg L⁻¹ foi de 7,3 ciclos log — implicando numa pequena diferença de 0,5 ciclos log (Fig. 1b). A água ozonizada tem sido testada no controle de bolores e leveduras em produtos de origem vegetal. Alexopoulos et al. (2013) avaliaram a eficiência de ozônio dissolvido na água no controle de bolores e leveduras em alface e obtiveram redução de 2,14 ciclos log, quando se adotou a concentração de 0,5 mg L⁻¹, por período de exposição de 30 min. Aguayo et al. (2013) obtiveram, para contagem de leveduras, redução em torno de 1,0 ciclo log em tomate, adotando-se concentração do ozônio dissolvido na água de 0,4 mg L⁻¹, por 3 e 5 min.

Obteve-se variação significativa ($p < 0,01$), para as variáveis: perda de massa (%), teor de sólidos solúveis (°Brix), relação SST/ATT e pH (Fig. 2 e Quadro 2), porém, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para variável acidez total titulável. Expressivamente houve pouca variação para as variáveis sólidos solúveis (°Brix), relação SST/ATT e pH (Fig. 2). Em geral, observou-se maior perda de massa nos frutos imersos em água ozonizada (Fig. 2a). Os tempos de imersão adotados podem ter influenciado a perda de massa dos frutos, uma vez que o morango se destaca por ter tecido delicado. A maior perda de massa nos frutos pode estar associada a possíveis danos ocasionados pelo ozônio, que possui um alto poder oxidativo. Ao se elevar a concentração do ozônio ou o período de exposição, podem-se acarretar danos no produto (Kim et al., 2003; Novak & Yuan, 2007). Apesar de obter tais resultados no presente trabalho é importante destacar que há diversos trabalhos na literatura em que o ozônio, tanto na forma gasosa quanto dissolvido na água, é capaz de reduzir o percentual de perda de massa de frutas e hortaliças ao longo do armazenamento. Zhang et al. (2011) observaram uma diminuição significativa na perda de massa de morangos ao longo de 20 dias de armazenamento ao se utilizar uma concentração de gás ozônio de 4 ppm. Liu et al. (2016) observaram que, ao utilizarem água ozonizada, na concentração de 1,4 mg L⁻¹ e tempo de contato de 5 e 10 minutos, houve uma redução da perda de massa de maçãs frescas depois dois dias de armazenamento.

Em relação à coloração da polpa dos frutos, obteve-se diferença significativa ($p < 0,01$) em decorrência da interação entre tratamento e período de armazenamento para as variáveis: saturação (Fig. 3a), tonalidade (Fig. 3b) e diferença de cor (Fig. 3c); No Quadro 3 estão expressas as equações de regressão com os respectivos coeficientes de variação. Verificou-se redução da saturação (Fig. 3a) de cor na polpa dos frutos em todos os tratamentos, não sendo possível associar tal comportamento à imersão em água ozonizada. Quando se analisaram os resultados de diferença de cor (Fig. 3b) da polpa dos frutos, observou-se aumento em todos os tratamentos ao longo do armazenamento, sendo a tendência mais acentuada nas polpas dos frutos imersos em água ozonizada na concentração de 1,90 mg L⁻¹ com tempo de imersão de 7,5.

Conclusões

Pode-se concluir, a partir dos resultados obtidos, que a utilização de água ozonizada é uma importante alternativa para a conservação de morangos armazenados nas condições adotadas no trabalho. Em geral, a água ozonizada foi capaz de reduzir a contagem de microrganismos, principalmente no que se refere a aeróbios mesófilos. Em relação à qualidade físico-química dos morangos armazenados, a água ozonizada, nas condições adotadas, não afeta expressivamente a perda de massa fresca, pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, relação SST/ATT e variáveis referentes à cor.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos, ao CNPq e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) pelo apoio financeiro.

Referências

- Aguayo, E., Escalona, V., Silveira, A. C. & Artés, F. 2013. Quality of tomato slices disinfected with ozonated water. *Food Science and Technology International* 20:227–235.
- Aguayo, E., Jansasithorn, R. & Kader, A.A. 2006. Combined effects of 1-methylcyclopropene, calcium chloride dip, and/or atmospheric modification on quality changes in fresh-cut strawberries. *Postharvest Biology and Technology* 40:269-278.
- Alexopoulos, A., Plessas, S., Ceciu, S., Lazar, V., Mantzourani, I., voidarou, C., Stavropoulou, E. & Bezirtzoglou, E. 2013. Evaluation of ozone efficacy on the reduction of microbial population of fresh cut lettuce (*Lactuca sativa*) and green bell pepper (*Capsicum annuum*). *Food Control* 30:491-496.
- Association of Official Analytical Chemists International - AOAC. 2002. *Official Methods of Analysis*.
- Beltrán, D., Selma, M.V., Marín, A. & Gil, M. 2005. Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce. *Journal Agriculture and Food Chemistry* 53:5654–5663.
- Bollen, G. J. 1985. The fate of plant pathogens during composting of crop residues. In: Gasser, J.K.R. (Ed.). *Composting of agricultural and other wastes*. London: Elsevier Applied Science.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2001, Seção I, p. 45-53. 2001.*
- Di Bernado, L. & Dantas, A.D.B. 2005. p. 532-541. *Métodos e técnicas de tratamento de água*. Rima, Vol. 11. Rio de Janeiro.
- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal. 2011. www.emater.df.gov.br
- Food and Drug Administration. 2013. www.accessdata.fda.gov
- Güzel-Seydim, Z., Greene, A.K. & Seydim, A.C. 2004. Use of ozone in the food industry. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 37:453-460.
- Henz, G.P. 2010. Desafios enfrentados por agricultores familiares na produção de morango no Distrito Federal. *Horticultura Brasileira* 28:260-265.
- Jordano, R., Lopez, C., Rodriguez, V., Cordoba, G., Medina, L.M. & Barrios, J. 1995. Comparison of Petrifilm method to conventional methods for enumerating aerobic bacteria, coliforms, *Escherichia coli* and yeasts and molds in foods. *Acta Microbiol Immunol Hung* 42:255-9.
- Khadre, M.A., Yousef, A.E. & Kim, J.G. 2001. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. *Journal of Food Science* 66:1242-1252.
- Kim, J.G., Yousef, A.E. & Khadre, M.A. 2003. Ozone and its current and future application in the food industry. *Advances in Food and Nutrition Research* 45:168-218.
- Kim, J.G., Yousef, A.E. & Dave, S. 1999. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. *Journal of Food Protection* 62:1071-1087.

- Lazarova, V., Savoye, P. & Janex, M. 1999. Advanced wastewater disinfection technologies: state of the art and perspectives. *Water Science Technology* 40:201-213.
- Lielieveld, H.L.M., Mostert, M.A., Holah, J. & White, B. 2003. p. 421. Hygiene in food processing. Woodhead Publishing. UK.
- Liu, C., Ma, T., Hu, W., Tian, M. & Sun, L. 2016. Effects of aqueous ozone treatments on microbial load reduction and shelf life extension of fresh-cut apple. *International Journal of Food Science and Technology* 51:1099–1109.
- Nascimento, M.S. & Silva, N. 2010. Tratamentos químicos na sanitização de morango (*Fragaria vesca* L). *Brazilian Journal of Food Technology* 13:11-17.
- Notermans, S., Znadvoort-Roelofsen, J.S.V., Barendsz, A.W. & Beczner, J. 2004. Risk profile for strawberries. *Food Protection Trends* 24:730-739.
- Novak, J.S. & Yuan, J.T.C. 2007. p. 185-193. The ozonation concept: advantages of ozone treatment and commercial developments. In: Tewari, G.; Juneja, V. K. (Eds.) *Advances in Thermal and Non-Thermal Food Preservation*.
- Oshita, D. & Jardim, S.F.C. I. 2012. Morango: uma preocupação alimentar, ambiental e sanitária, monitorado por cromatografia líquida moderna, *Scientia Chromatographica* 4:52-76.
- Rodgers, S.L., Cash, J.N., Siddiq, M. & Ryser, E.T. 2004. A comparison of different chemical sanitizers for inactivating *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in solution and on apples, lettuce, strawberries and cantaloupe. *J. Food Prot* 67:721-731.
- Zhang, X., Zhang, Z., Wang, L., Zhang, Z., Li, L. & Zhao, C. 2005. Impact of ozone on quality of strawberry during cold storage. *Front. Agric. China* 5(3):356-360.

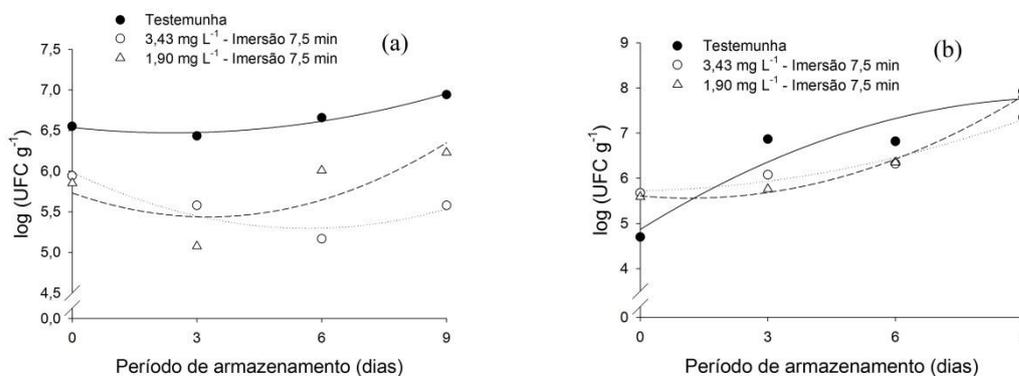


Figura 1 - Contagem em log (UFC g⁻¹) de aeróbios mesófilos (a) e de bolores e leveduras (b) — em morangos imersos ou não por 7,5 min em água ozonizada em duas diferentes concentrações residual e armazenados a 5°C.

Quadro 1 - Equações de regressão ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) referentes à contagem de aeróbios mesófilos, e de bolores e leveduras em morangos imersos ou não em água ozonizada em duas diferentes concentrações residual e armazenados a 5 °C.

Variável	Tratamento	Equações de Regressão ajustadas	R^2
Aeróbios Mesófilos	Testemunha	$\hat{y} = 6,5379 - 0,0539X + 0,0111X^2$	0,97
	3,43 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 5,9867 - 0,2439X + 0,0215X^2$	0,98
	1,90 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 5,7319 - 0,1808X + 0,0277X^2$	0,61
Bolores e Leveduras	Testemunha	$\hat{y} = 4,8673 + 0,5860X - 0,0294X^2$	0,90
	3,43 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 5,7238 + 0,0184X + 0,0174X^2$	0,97
	1,90 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 5,6112 - 0,0962X + 0,0368X^2$	0,99

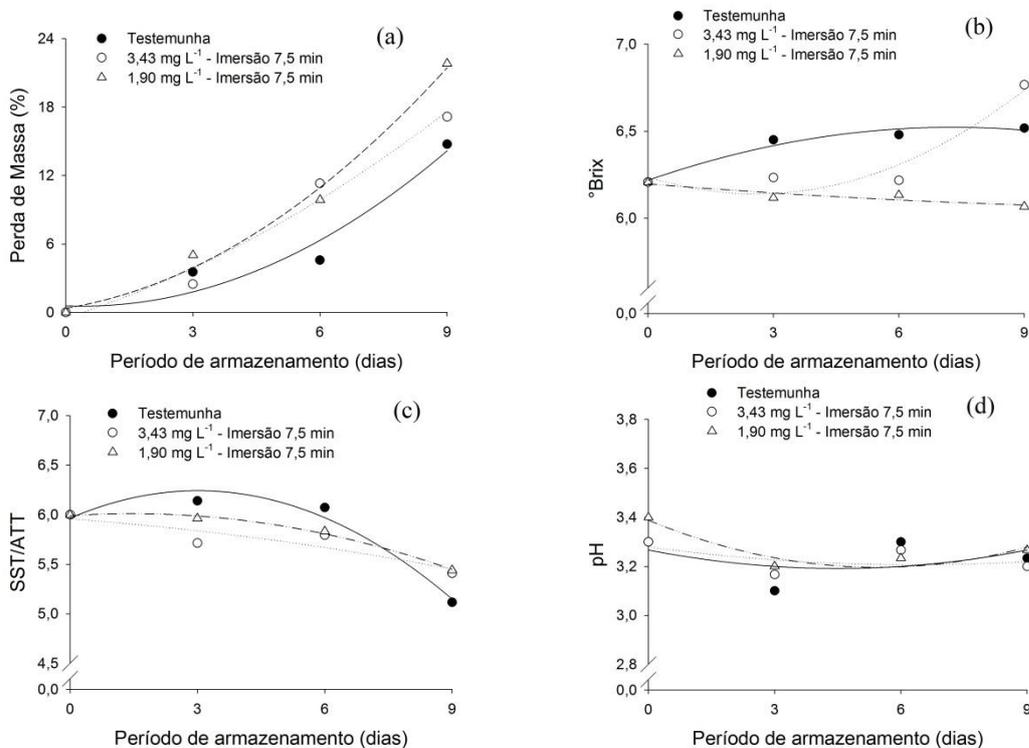


Figura 2 - Perda de massa (%) (a), sólidos solúveis totais (°Brix) (b), relação SST/ATT (c) e pH (d) em morangos imersos ou não em água ozonizada em diferentes condições e armazenados a 5 °C.

Quadro 2 - Equações de regressão ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R²) referentes à perda de massa (%), sólidos solúveis totais (°Brix) e relação SST/ATT em morangos imersos ou não em água ozonizada em duas diferentes concentrações residual e armazenados a 5 °C.

Variável	Tratamento	Equações de Regressão ajustadas	R ²
Perda de Massa (%)	Testemunha	$\hat{y} = 0,5825 - 0,1473X + 0,1840X^2$	0,94
	3,43 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = -0,4681 + 1,1688X + 0,0934X^2$	0,98
	1,90 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 0,3655 + 0,6073X + 0,1927X^2$	0,99
SST (°Brix)	Testemunha	$\hat{y} = 6,2177 + 0,0837X - 0,0057X^2$	0,96
	3,43 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 6,2372 - 0,0754X + 0,0145X^2$	0,92
	1,90 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 6,1972 - 0,0193X + 0,0006X^2$	0,82
SST/ATT	Testemunha	$\hat{y} = 5,9650 + 0,1839X - 0,0305X^2$	0,97
	3,43 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 5,9572 - 0,0315X - 0,0028X^2$	0,81
	1,90 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 5,9907 + 0,0285X - 0,0099X^2$	0,99
pH	Testemunha	$\hat{y} = 3,2667 - 0,0333X + 0,0037X^2$	0,17
	3,43 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 3,2800 - 0,0233X + 0,0019X^2$	0,28
	1,90 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 3,3883 - 0,0706X + 0,0065X^2$	0,88

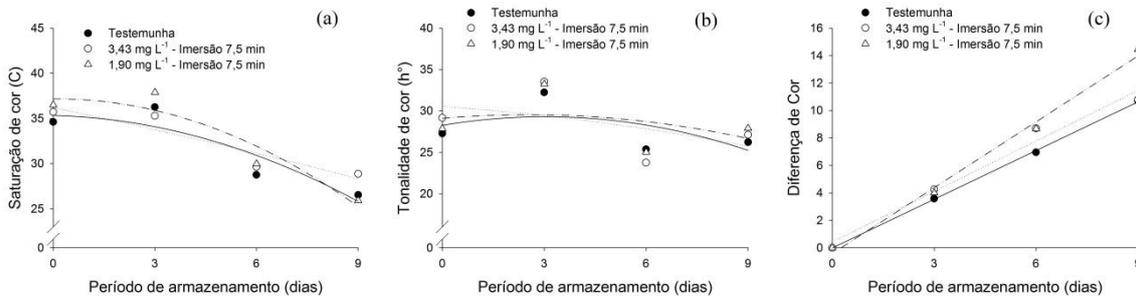


Figura 3 - Saturação (a), Tonalidade (b) e Diferença de cor (c) em polpa de morangos que foram imersos ou não em água ozonizada em diferentes condições e armazenados a 5 °C.

Quadro 3 - Equações de regressão ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R²) referentes à saturação, tonalidade e diferença de cor em polpa de morangos que foram imersos ou não em água ozonizada em duas diferentes concentrações residual e armazenados a 5 °C.

Variável	Tratamento	Equações de Regressão ajustadas	R ²
Saturação	Testemunha	$\hat{y} = 35,3329 - 0,0934X - 0,1070X^2$	0,84
	3,43 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 36,2129 - 0,7816X - 0,0102X^2$	0,87
	1,90 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 37,1658 + 0,0316X - 0,1506X^2$	0,91
Tonalidade	Testemunha	$\hat{y} = 28,2636 + 0,6890X - 0,1138X^2$	0,33
	3,43 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 30,5447 - 0,2884X - 0,0272X^2$	0,26
	1,90 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 29,1086 + 0,3479X - 0,0688X^2$	0,14
Diferença de cor	Testemunha	$\hat{y} = -0,0157 + 1,1829X$	0,99
	3,43 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = 0,4154 + 1,2268X$	0,98
	1,90 mg L ⁻¹ (7,5 min)	$\hat{y} = -0,4192 + 1,5991X$	0,99

Efeitos da pré-hidratação e da cocção no teor de antocianinas e na atividade antioxidante de grãos de lentilha

Guilherme Cassão Marques Bragança¹, Bianca Pio Ávila², Gabriela Dutra Alves³, Luis Otávio Pereira Cardozo³, William Peres², Jander Luis Fernandes Monks³ & Moacir Cardoso Elias²

¹Universidade da Região da Campanha, Bagé-RS, guilhermecassao@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, biancaagronomia@yahoo.com.br

³Instituto Federal Sul-rio-grandense, Pelotas-RS, gabrieladutraalves@hotmail.com

Resumo

A lentilha apresenta importante valor nutricional com composição química bastante significativa e considerável ação antioxidante. A reduzida utilização deste grão na alimentação dos países ocidentais pode, em parte, ser reflexo da deficiência de conhecimento sobre os efeitos de técnicas de processamento e sua influência sobre parâmetros físicos, químicos e nutricionais. Todavia, a aplicação de processos sobre o alimento pode promover redução da disponibilidade de certos nutrientes, e também pode influenciar a capacidade antioxidante do grão. Objetivou-se avaliar o efeito do processamento hidrotérmico de pré-hidratação e cocção sobre o teor de antocianinas, fenóis totais e atividade antioxidante avaliada pelas metodologias de DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) e ABTS (2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico)). Utilizou-se amostra crua (LCrua) e sob três processamentos: lentilha cozida sem pré-hidratação (LCSPH); lentilha cozida com água de hidratação prévia (LCCAHP) e lentilha cozinha sem água de hidratação prévia (LCSAHP). O cozimento se deu em panela de pressão (temperatura de 120 °C e pressão de 2 atm). A comparação entre as variáveis independentes foi realizada por meio do teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Observou-se que nos grãos de LCSAHP o teor de antocianinas ($1,55 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), ABTS ($1319,3 \mu\text{M Trolox} \cdot \text{g}^{-1}$) e fenóis totais ($9,6 \text{ mg} \text{ác.tânico} \cdot \text{g}^{-1}$) foi significativamente menor em relação às demais amostras, indicando redução da capacidade antioxidante do alimento com a eliminação da água de pré-hidratação. Quanto ao DPPH, observou-se que LCrua apresentou maior teor ($2,36 \mu\text{M Trolox} \cdot \text{g}^{-1}$), indicando termolabilidade dos agentes químicos quelantes do radical DPPH. Dentre os tratamentos hidrotérmicos, o que manteve maior teor de ABTS foi LCSHP ($1988,5 \mu\text{M Trolox} \cdot \text{g}^{-1}$), seguido de LCCAHP ($1906,1 \mu\text{M Trolox} \cdot \text{g}^{-1}$), indicando termoresistência dos compostos ativos antioxidantes. Pelo exposto demonstra-se que o grão cozido com a água de pré-hidratação garante melhores índices de bioatividade, mantendo atividade antioxidante, sendo um importante fator de saúde e social, frente à crescente busca por alimentos nutricionalmente ricos e com capacidade antioxidante.

Palavras-chave: *Lens culinaris* Medik., fabáceas, compostos antociânicos, radicais livres, valor nutricional, saúde humana.

Abstract

Effects of prehydration and cooking on anthocyanin content and antioxidant activity of lentils grains.

The lentil has important nutritional value, with very significant chemical composition and considerable antioxidant action. The reduced utilization of this grain in western countries feeding can be reflection the lack of knowledge about the effects of processing techniques and their influence on physical, chemical and nutritional parameters. However, the application of processes on the food may promote reduced availability of certain nutrients, and may also influence the antioxidant capacity of the grain. The objective of this study was to evaluate the effect of hydrothermal prehydration and cooking on the anthocyanins, total phenols and antioxidant activity evaluated by the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and ABTS (2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonic acid)). A crude sample (LCrua) was used and under three processing methods: cooked lentils without prehydration (LCSPH); Cooked lentils with previous hydration water (LCCAHP) and lentils without previous hydration water (LCSAHP). The cooking took place in a pressure cooker (temperature of 120 °C and pressure of 2 atm). The comparison between the independent variables was performed using the Tukey test ($p \leq 0.05$). It was observed the content of anthocyanins ($1.55 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), ABTS ($1319.3 \text{ } \mu\text{M Trolox} \cdot \text{g}^{-1}$) and total phenols ($9.6 \text{ mg tannic acid} \cdot \text{g}^{-1}$) in LCSAHP, significantly lower than the other samples, indicating reduction of the antioxidant capacity of the food with the elimination of the water of prehydration. As for DPPH, it was observed that LCrua had a higher content ($2.36 \text{ } \mu\text{M Trolox} \cdot \text{g}^{-1}$), indicating thermolability of the chemical agents chelating the DPPH radical. Among the hydrothermal treatments, the highest ABTS content was LCSHP ($1988.5 \text{ } \mu\text{M Trolox} \cdot \text{g}^{-1}$), followed by LCCAHP ($1906.1 \text{ } \mu\text{M Trolox} \cdot \text{g}^{-1}$), indicating thermoresistance of the antioxidant compounds. In view of the above, it is demonstrated that the grain cooked with the water of prehydration guarantees better bioactivity, maintaining an antioxidant activity, being an important health and social factor, facing the growing search for nutritionally rich foods with antioxidant capacity.

Keywords: *Lens culinaris* Medik., Fabaceae, anthocyanics compounds, free radicals, nutritional value, human health.

Introdução

A alimentação é um processo diário e, de certa forma, complexo que deverá garantir a ingestão de alimentos que supram qualitativamente e quantitativamente as necessidades nutricionais dos indivíduos. Para tanto, a alimentação adequada deve basear-se no consumo de cereais, hortaliças, frutas e grãos proteicos (Brasil, 2006).

Com base na sua importância nutricional as fabáceas são largamente utilizadas em grande parte do planeta para a alimentação humana (Miceli & Miceli, 2012).

Por apresentarem grande capacidade energética e proteica, as fabáceas são a base alimentar principalmente em sociedades com carência alimentar, onde são largamente utilizadas e apreciadas (Barrueto-Gonzalez, 2008).

Mesmo havendo intensa distribuição territorial de plantio de grãos proteicos, há destaque para a lentilha (*Lens culinaris* Medik.) sendo destinada, principalmente, segundo Zia-Ul-Haq et al. (2011), ao público infantil, mas também, de acordo com Johnson et al. (2013), apresentando-se como importante fonte proteica para não consumidores de produtos animais.

No Brasil a produção é muito pequena mesmo em vista da grande aceitação sensorial do produto e havendo condições edafoclimáticas adequadas ao cultivo. Sendo assim, o mercado nacional é suprido pela importação (Freitas & Nascimento, 2006),

resultando no encarecimento do preço do produto, constituindo uma barreira de consumo para pessoas com menor poder aquisitivo.

Outro fator limitante no consumo em alguns países é o elevado tempo de preparo (Joshi et al., 2010), bem como, o pouco conhecimento sobre as variações nutricionais e de composição bioativa de acordo com os processamentos aos quais os grãos são submetidos.

A lentilha é um vegetal consumido cozido, sendo este processo efetivado com ou sem pressão (Porres et al., 2004), podendo ainda haver hidratação pré-cozimento do grão, com ou sem a utilização da água do molho.

Objetivou-se avaliar o efeito da hidratação pré-cozimento no teor de antocianinas e capacidade antioxidante de grãos de lentilhas considerando-se que o aprofundamento do conhecimento acerca dos efeitos dos processamentos nos parâmetros antioxidantes da lentilha torna-se um fator de extrema importância, sobretudo devido ao crescente interesse por alimentos capazes de inativar radicais livres, compostos químicos já comprovadamente capazes de desencadear patologias.

Material e Métodos

Os grãos foram adquiridos em comércio local da cidade de Pelotas, RS, Brasil, sendo todos do mesmo lote.

As determinações foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas, campus Capão do Leão, RS, Brasil e no Laboratório de Química do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Campus Pelotas (IFSUL, Pelotas, RS, Brasil).

Preparo das amostras

Utilizou-se uma amostra de grãos crus (LCrua) e três amostras cozidas: lentilha cozida sem pré-hidratação (LCSPH); lentilha cozida com água de hidratação prévia (LCCAHP) e lentilha cozinha sem água de hidratação prévia (LCSAHP). O cozimento se deu em panela de pressão (temperatura de 120 °C e pressão de 2 atm, por 8 minutos). Após cozimento, as amostras foram liofilizadas, moídas em moinho de facas (Perten, 3100) e peneiradas em tamis de *nylon*, segundo proposta de Hefnawy (2011).

Determinação de antocianinas totais

O teor de antocianinas totais foi determinado segundo técnica descrita por Abdel-Aal et al., (2003), e os resultados foram expressos em mg de cianidina 3-glicosídeo equivalentes por 100g de base seca.

Determinação da capacidade antioxidante - métodos DPPH e ABTS

Determinou-se a capacidade antioxidante dos grãos de lentilha crus e processados segundo o método denominado 2,2-difenil-1-picril-hidrazila, popularmente conhecido como DPPH, adaptado de Brand-Williams et al. (1995). Os valores foram expressos em micromol de Trolox equivalente por grama de lentilha.

A determinação da capacidade antioxidante pelo método 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico), conhecido por método de ABTS, foi realizado segundo Re & Philip (1999).

Determinação de fenóis totais

Determinaram-se os fenóis totais de acordo com o proposto por Nasar-Abbas (2008), e os resultados foram expressos em mg ácido tânico.g⁻¹ em base seca.

Análises estatísticas

Após avaliação dos pressupostos, sendo estes atendidos, os dados foram avaliados pelo teste F ($p \leq 0,05$). Constatando-se significância estatística ao nível de 5%, os efeitos dos tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Segundo o Quadro 1, evidenciou-se maior teor de antocianinas no grão cru (LCrua), o que expõe de forma negativa a influência do processamento térmico sobre tais compostos. Ressalta-se também que o descarte da água de hidratação pré-cozimento mostrou-se importante fator de redução do teor de antocianinas nas amostras, denotando que os compostos antociânicos migram para o líquido de encharcamento, e quando este é eliminado, perdem-se também agentes bioativos. Corroborando esses dados, Botelho (2014) relatou maior teor de antocianinas em grãos crus de feijão carioca (tegumento claro). Outro estudo com feijão não escuro é o de Landim et al. (2013), relatando valores entre 1,02 e 2,20mg/100g, bastante semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Da mesma forma que a termolabilidade, a pré-hidratação mostrou-se significativamente influente sobre o teor antociânico, sendo o maior teor observado nos grãos não submetidos a esse processo, conforme também se observa nos relatos de Ávila (2014) e Botelho (2014) em pesquisas com feijão.

Em avaliação quanto à atividade antioxidante avaliada por DPPH, mais uma vez observa-se (Quadro 2) destaque para LCrua, a qual diferiu significativamente de LCSHP. Dados semelhantes para os grãos cozidos utilizando água de pré-hidratação foram encontrados por Ávila (2014) e Botelho (2014).

Também se avaliou a capacidade de captura de radicais livres pela metodologia ABTS. Os resultados apontam que o encharcamento influenciou negativamente a capacidade antioxidante dos grãos. Embora tenha encontrado valores superiores para feijões, Ávila (2014) relata também superioridade para os grãos cozidos sem pré-hidratação. Huber (2012) expõe que o tratamento térmico cocional é capaz de reduzir a capacidade antioxidante dos grãos.

Os compostos fenólicos totais (Quadro 3) tiveram seu maior teor evidenciado nos grãos não processados e a menor quantidade foi observada em LCSAHP. Estes dados vêm ao encontro do exposto por Huber (2012) e Botelho (2014) em estudo com feijões.

Conclusão

Com base no exposto observou-se que o processamento hidrotérmico promoveu redução dos compostos antociânicos, bem como, da atividade antioxidante. Tal redução se tornou ainda mais efetiva para antocianinas, fenóis totais e ABTS com a eliminação da água de pré-hidratação. Todavia, pela necessidade de cozimento dos grãos para ingestão, considera-se processá-los sem encharcamento prévio, ou encharcando-os e não descartando a água do molho, uma vez que os dados obtidos nesta pesquisa sugerem lixiviação de compostos bioativos para a água de pré-hidratação.

Referências

- Abdel-Aal, E.S.M. & Hucl, P. 2003. Composition and stability of anthocyanins in blue-grained wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:2174- 2180.
- Ávila, B.P. 2014. Efeito dos processamentos nas propriedades tecnológicas, sensoriais e nutricionais de feijão comum e caupi e sua aplicação em panificação. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS/Brasil.
- Barrueto-Gonzalez, N. B. 2008. Biodisponibilidade de minerais das fontes leguminosas. *Revista Simbio-Logias* 1:174-183.
- Botelho, F.T. 2014. Consumo de feijão e efeitos do processamento na cocção sobre compostos fenólicos, capacidade antioxidante e atributos sensoriais. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS/Brazil.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie* 28:25-30.
- Brasil – Ministério da Saúde – Secretaria de Atenção à Saúde – Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. 2006. Guia alimentar para a população brasileira: Promovendo a Alimentação Saudável. Edição Especial, Série A. Normas e Manuais Técnicos. Brasília/DF-Brasil.
- Freitas, R.A. de, Nascimento, W.M. 2006. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. *Revista brasileira de sementes* 28:59-63.
- Hassimotto, N.M.A. 2005. Atividade Antioxidante de Alimentos Vegetais: Estrutura e Estudo de Biodisponibilidade de Antocianinas de Amora Silvestre (*Morus* sp.). Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP/Brasil.
- Hefnawy, T.H. 2011. Effect of processing methods on nutritional composition and anti-nutritional factors in lentils (*Lens culinaris*). *Annals of Agricultural Science* 56:57–61.
- Huber, K. 2012. *Evidence of protein–tannins interaction in common bean (Phaseolus vulgaris L.) and their effects on protein digestibility*. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP/Brasil.
- Johnson, C.R., Thavarajah, D., Combs J.R., Gerald F., Thavarajah, P. 2013. Lentil (*Lens culinaris* L.): A prebiotic-rich whole food legume. *Food Research International* 51:107-113.
- Joshi, M., Adhikari, B., Panozzo, J., Aldred, P. 2010. Water uptake and its impact on the texture of lentils (*Lens culinaris*). *Journal of Food Engineering* 100:61-69.
- Landim, L.A.S.R., Cunha, E.M.F., Araújo, M.A.M., Silva, M.M.R., Moreira-Araújo, R.S.R. 2013. Conteúdo de fenólicos totais, antocianinas, taninos e atividade antioxidante de três cultivares de feijão-caupi. p.1-5. In: III CONAC - Congresso Nacional de Feijão Caupi. Recife-PE/Brasil.
- Miceli, A. & Miceli, C. 2012. *Effect of thermal treatments on vitality and physical characteristics of bean, chickpea and lentil*. *Journal of Stored Products Research* 51:86-91.
- Nasar-Abbas, S.M., Plummer, J.A., Siddique, K.H.M., White, P., Harris, D., Dods, K.. 2008. Cooking quality of faba bean after storage at high temperature and the role of lignins and other phenolics in bean hardening. *LWT – Food Science and Technology* 41:1260–1267.
- Porres, J. M., López-Jurado, M., Aranda, P., Urbano, G. 2004. Bioavailability of phytic acid-phosphorus and magnesium from lentils (*Lens culinaris* M.) in growing rats:

influence of thermal treatment and vitamin-mineral supplementation. Nutrition 20:794-799.

- Re, R. & Philip, O.H. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology & Medicine 26:123-127.
- Rocha, W.S., Lopes, R.M., Silva, D.D., Vieira, R.F., Silva, J.D., Agostini-Costa, T.D. S. 2011. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. Revista Brasileira de Fruticultura 33:1215-1221.
- Schleier, R. 2004. Constituintes fitoquímicos de *Vitis vinifera* L. (uva). Monografia (Especialização). Instituto Brasileiro de estudos homeopáticos. São Paulo-SP/Brasil.
- Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Shad, M.A., Iqbal, S., Qayum, M., Ahmad, A., Luthria, D. L., Amarowicz, R.. 2011. Compositional studies of lentil (*Lens culinaris* Medik.) cultivars commonly grown in Pakistan. Pakistan Journal of Botany 43:1563-1567.

Quadro 1 - Teor de antocianinas em lentilha crua e processada.

Variáveis independentes	Antocianinas
	(CTA mg.100g ⁻¹ amostra)
LCrua	1,80±0,05a
LCSHP	1,76±0,03a
LCCAHP	1,70±0,02a
LCSAHP	1,55±0,05b

Médias de três repetições ± desvio padrão, quando seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna indicam diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Quadro 2 - Atividade antioxidante de lentilha crua e processada.

Variáveis independentes	DPPH	ABTS
	(μMTrolox.g ⁻¹ amostra)	(μMTrolox.g ⁻¹ amostra)
LCrua	2,36±0,04a	2023,5±0,7a
LCSHP	2,19±0,06b	1988,5±1,24b
LCCAHP	2,26±0,08ab	1906,1±0,11c
LCSAHP	2,24±0,04ab	1319,3±0,02d

Médias de três repetições ± desvio padrão, quando seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna indicam diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Quadro 3 - Teor de fenóis totais em lentilha crua e processada.

Variáveis independentes	Fenóis totais
	(mgác.tânico. g ⁻¹ amostra)
LCrua	30,47±0,23a
LCSHP	25,9±2,24b
LCCAHP	20,7±1,99c
LCSAHP	9,6±0,47d

Médias de três repetições ± desvio padrão, quando seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna indicam diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Efeito de adjuvantes e pontas de pulverização sobre a deposição de calda na cultura da cebola

Robinson Luiz Contiero¹, Denis Fernando Biffe² & José Usan Torres Brandão Filho³

¹ Universidade Estadual de Maringá, Maringá/Paraná/Brasil, rcontiero@gmail.com

² Universidade Estadual de Maringá, Maringá/Paraná/Brasil, denisbiffe@gmail.com

³ Universidade Estadual de Maringá, Maringá/Paraná/Brasil, jutbfilho@uem.br

Resumo

A qualidade da pulverização é um fator primordial para uma correta utilização de defensivos agrícolas. Assim, o uso de adjuvantes torna-se uma prática recomendável. O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes adjuvantes e pontas de pulverização na deposição de calda sobre as folhas da cultura da cebola. O experimento foi conduzido no Centro de Treinamento de Irrigação (CTI) pertencente à Universidade Estadual de Maringá, na cidade de Maringá-PR, durante a safra de 2015. Os tratamentos obedeceram ao esquema fatorial 4 adjuvantes (Óleo Vegetal Nortox, AG-BEM, Joint Oil e Silwet L77 AG) x 2 pontas de pulverização (Leque – AD-D 110.02 e Cone – TXVK-8), além de uma testemunha, sem a utilização de adjuvante. Em todas as caldas dos tratamentos, inclusive na testemunha, foram adicionados corantes para a determinação da deposição da calda de pulverização sobre as folhas da cultura da cebola. Após a aplicação dos tratamentos, foram coletadas 50 folhas de cada parcela e estas foram lavadas com água destilada em laboratório. Em seguida, foi realizada a leitura da absorvância, em espectrofotômetro, de cada uma das amostras, e então determinada a quantidade de calda depositada sobre as folhas. Os resultados revelaram que, para a ponta de jato plano (leque), a adição dos adjuvantes melhorou a deposição da calda de pulverização sobre as folhas da cebola, em comparação com a aplicação feita somente com a água, enquanto que para a ponta de jato cônico, apenas a adição do óleo mineral Nortox apresentou deposição significativamente superior à aplicação somente com água. Independentemente da utilização ou não de adjuvantes, a deposição sobre as folhas de cebola foi maior quando utilizou-se a ponta de jato plano (leque).

Palavras-chave: *Allium cepa*, tecnologia de aplicação, surfactantes, óleo mineral, defensivos agrícolas.

Abstract

Deposition of spray solution in function of different adjuvants and nozzles on the onion culture.

The quality of spraying is a key factor for the correct use of pesticides. Thus, the use of adjuvants becomes a recommended practice. This work was carried out with the objective of evaluating the effect of different spray solutions in function of different adjuvants and nozzles on the deposition on the leaves of the onion culture. The experiment was conducted at the Irrigation Training Center (CTI) belonging to the State University of Maringá, in the city of Maringá-PR, during the harvest period of 2015. The treatments obeyed the factorial scheme with four adjuvants (Vegetal Oil Nortox, AG-BEM, Joint Oil and Silwet L77 AG) x 2 spray tips (Fan - AD-D 110.02 and Cone - TXVK-8), plus one control, without the use of adjuvant. In all mixtures treatments, including the control, bright blue food color was added for determination of the

deposition of the spray mixture on the leaves of the onion culture. After the treatments were applied, 50 leaves of each plot were collected and washed with distilled water in the laboratory. Then, the absorbance was read in a spectrophotometer for each of the samples, and then the amount of mixture deposited on the leaves was determined. The results showed that, for the flat jet (fan) tip, the addition of the adjuvants improved the deposition of the mixture on the leaves of the onion, compared to the application made only with water, whereas for the jet tip Conical, only the addition of the Nortox mineral oil presented deposition significantly superior to the application with only water. Regardless of the use or not of adjuvants, the deposition on the onion leaves was greater when the flat jet (fan) tip was used.

Keywords: *Allium cepa*, application technology, surfactants, mineral oil, pesticides.

Introdução

O controle químico de pragas, doenças e plantas daninhas é uma prática de alta importância para uma elevada produtividade na cultura da cebola, contudo o modo com que será aplicado é de suma importância para que sua eficiência tenha êxito.

A aplicação de agrotóxicos é afetada por muitas variáveis, incluindo a estabilidade do agrotóxico, solubilidade, incompatibilidade, volatilização, formação de espumas, tensão superficial, viscosidade, densidade, tamanho de gotas, deriva, cobertura, aderência, penetração, entre outras (Oliveira, 2011).

Dentre os métodos utilizados para aumentar ou assegurar a eficácia dos herbicidas está o uso de adjuvantes junto a calda de aplicação. Os adjuvantes são produtos inertes que são adicionados na calda de pulverização para aumentar a eficiência biológica dos ingredientes ativos, melhorando a aderência sobre a superfície foliar, aumentando a absorção foliar do ingrediente ativo (Costa, 2015).

Os adjuvantes são classificados em dois grupos: Adjuvantes ativadores e adjuvantes úteis ou com propósitos especiais (Van Valkenburg, 1982; Hazen, 2000; McMullan, 2000; Stock & Briggs 2000; Tu & Randall, 2003). Os adjuvantes ativadores são aqueles que têm como principal objetivo melhorar diretamente a atividade do agrotóxico, principalmente aumentando a taxa de absorção, e, como resultado, maior eficiência. Os adjuvantes ativadores incluem os surfactantes, óleos vegetais, óleos de sementes metilados, óleos minerais, derivados de silicones bem como fertilizantes nitrogenados (Dias, 2005).

Dentre os adjuvantes ativadores, os surfactantes são os mais amplamente utilizados e provavelmente os mais importantes de todos os adjuvantes (Miller & Westra, 1998). Eles têm a capacidade de reduzir a tensão superficial da gota, o que diminui o ângulo de contato entre as gotas e a cera cuticular da folha, proporcionando maior molhamento e espalhamento sobre a superfície alvo (Hess & Foy, 2000; Wagner et al., 2003). Estes podem ser classificados conforme sua forma de ionização ou dissociação na água. Quando se ionizam positivamente são denominados de catiônicos, negativamente aniônicos e, quando não se ionizam são denominados de não iônicos e com ambas as cargas de anfóteros (Oliveira, 2011).

Os adjuvantes denominados úteis são adjuvantes adicionados ao tanque de mistura da pulverização, atuando como facilitadores do processo de pulverização por meio da redução dos efeitos negativos da pulverização e não influenciam diretamente na eficiência do agrotóxico (McMullan, 2000). Os adjuvantes úteis incluem os agentes compatibilizantes, depositantes, dispersantes, controladores de deriva ou retardantes,

espumantes, condicionadores da água, acidificantes, tamponantes, umectantes, protetores de raios ultravioletas e corantes (marcadores).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes adjuvantes e bicos de pulverização na deposição de calda sobre as folhas da cultura da cebola (*Allium cepa* L.).

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Centro Técnico de Irrigação (CTI), pertencente ao Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Campus sede, sob as coordenadas 23°23'46.42" S de latitude, 53°57'0.0" W de longitude e 509 m de altitude, no período de julho a novembro de 2015.

As mudas para o transplante foram obtidas através da semeadura da Cultivar Primavera, em bandejas de poliestireno de 200 células, preenchidas com substrato industrializado para hortaliças. Após a emergência as mudas foram mantidas em ambiente protegido até o momento do transplante. A partir de 15 dias de emergência até o transplante foram realizadas adubações foliares com Yogen 2 na dose de 2 kg ha⁻¹ quinzenalmente.

O transplante das mudas foi realizado quando estas se encontravam com 2 a 3 folhas verdadeiras e cerca de 20 cm de altura, mantendo espaçamento entre linhas de 0,25 m e espaçamento entre plantas de 0,07 m.

Aos 20 e 50 dias após o transplantio foram realizadas adubações em cobertura, com formulado NPK (04-14-08), nas dosagens de 100 kg ha⁻¹, respectivamente. A irrigação foi efetuada com sistema de aspersão, de acordo com a necessidade da cultura. Para o controle de pragas e doenças foram realizadas aplicações de inseticidas e fungicidas, utilizando-se produtos registrados para a cultura no Estado do Paraná, nas suas doses recomendadas.

Como tratamentos, foram utilizadas cinco caldas de pulverização, sendo uma contendo apenas água e as demais acrescidas dos adjuvantes óleo mineral (Joint Oil – 1,0%), óleo vegetal (Óleo Vegetal Nortox – 1,0%), espalhante adesivo (Ag-Bem – 0,1%) e espalhante adesivo siliconado (Silwet L77 Ag – 0,1%) e duas pontas de pulverização (ponta de jato leque AD-Duplo 11002 e ponta de jato cônico Conejet TXVK-8). As cinco caldas de pulverização foram preparadas colocando-se 3,0 g L⁻¹ (3.000 ppm) do corante Azul Brilhante (FD&C-1) e 6,0 g L⁻¹ (6.000 ppm) do corante Amarelo de Tartrazina (FD&C – 5), respectivamente, para as pontas de jato leque e de jato cônico. Segundo Palladini (2000), esses corantes não influem nas características físicas da calda, podendo ser utilizados como traçadores para simulação de uma aplicação de defensivo agrícola. Entre a aplicação de um traçante e o outro, foi considerado um intervalo mínimo de 30 minutos, conforme adaptações das metodologias descritas por Souza (2002) e Maciel et al. (2004).

As aplicações foram realizadas utilizando-se pulverizador costal pressurizado a CO₂ com pressão constante, equipado com barra de pulverização posicionada a 0,5 m de altura das plantas e munida de quatro pontas de pulverização, com espaçamento de 0,5 m entre bicos. A barra de pulverização foi deslocada à velocidade de 4,0 km h⁻¹, proporcionando um consumo de calda de 198 L ha⁻¹ (2 bar) e 201 L ha⁻¹ (5 bar), respectivamente, para os bicos leque e cone.

O procedimento para recuperação das soluções traçadoras constituídas pelas caldas de pulverização foi desenvolvido através da lavagem das folhas coletadas com volumes de 50,0 mL de água destilada, dentro de sacos plásticos, através de agitação constante dos mesmos por 20 segundos.

A determinação das quantidades dos traçantes depositadas, em cada amostra, foi realizada utilizando-se procedimentos de espectrofotometria, cujos resultados em absorvância nos comprimentos de onda de 630 nm e 427 nm para os respectivos traçantes FD&C-1 e FD&C-5 foram transformados em mg L^{-1} , de acordo com coeficiente angular da curva padrão, similarmente à metodologia utilizada por Palladini (2000), Souza (2002) e Maciel et al. (2004).

As concentrações dos depósitos foram transformadas em volume por área ($\mu\text{L cm}^{-2}$), após a determinação da área foliar das folhas coletadas, com auxílio de um integrador de área foliar.

Os depósitos obtidos através do contraste entre as variáveis adjuvantes e pontas de pulverização foram analisados em esquema fatorial 5×2 , através de análise de variância pelo teste F, e as suas médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 10 tratamentos e 50 repetições, em esquema fatorial 5×2 , representados pelos contrastes entre 5 caldas de pulverização e duas pontas de pulverização.

Resultados e Discussão

Os dados referentes à deposição de calda sobre as folhas da cebola encontram-se no Quadro 1 e Figura 1.

Observa-se pelos dados apresentados, que, para a ponta de jato plano (tipo leque), os tratamentos que utilizaram o Óleo Vegetal Nortox e o adjuvante Ag-Bem mostraram-se significativamente superiores ao tratamento onde aplicou-se somente a água.

Os óleos emulsionáveis são boa alternativa de utilização como adjuvante na calda de pulverização, pois se misturam com água, permitindo a aplicação dos defensivos com equipamentos convencionais já utilizados pelos produtores rurais (Alves et al. 2000), além da possibilidade em aumentar a infectividade de fungos entomopatogênicos utilizados no controle biológico de pragas e doenças (Alves et al. 1998). Os óleos também têm a vantagem de promover excelente adesão na cutícula hidrofóbica do inseto (Prior & Jollands 1988).

Quando utilizou-se o adjuvante Silwet L 77Ag, a deposição média sobre as folhas de cebola foi estatisticamente igual à deposição quando utilizou-se somente a água na aplicação.

Para a aplicação utilizando a ponta de jato cônico, os dados do Quadro 1 demonstram que apenas a utilização do Óleo Vegetal Nortox proporcionou deposição significativamente superior à aplicação somente com a água, enquanto que a deposição proporcionada pelos adjuvantes Ag-Bem e Silwet L 77Ag foi significativamente igual à deposição proporcionada pela aplicação somente com a água.

Observa-se, também que, independentemente do adjuvante ou óleo utilizado, a deposição proporcionada pela aplicação com as pontas de jato plano (Leque) foram superiores à proporcionada pela aplicação utilizando-se as pontas de jato cônico.

Conclusões

Para a ponta de jato plano (leque), a adição dos adjuvantes melhorou a deposição da calda de pulverização sobre as folhas da cebola, em comparação com a aplicação feita somente com a água, enquanto que para a ponta de jato cônico, apenas a adição do óleo mineral Nortox apresentou deposição significativamente superior à aplicação

somente com água. Independentemente da utilização ou não de adjuvantes, a deposição sobre as folhas de cebola foi maior quando utilizou-se a ponta de jato plano (leque).

Referências

- Alves, R.T., Bateman, R.P. & Prior, C. 1998. Performance of *Metarhizium anisopliae* formulations with oil adjuvants on *Tenebrio molitor*. In International Symposium on adjuvants for Agrochemicals, 5. Memphis. Proceedings. Memphis: sn, 1: 170-175.
- Alves, R.T., Bateman, R.P., Prior, C. & Leather, S.R. 2000. Evaluation of application techniques of emulsifiable adjuvant fungal formulation. In International Congress of Entomology, 21. Brazilian Congress of Entomology, 18. Foz de Iguassu. Abstracts. Londrina: Embrapa Soja. p. 512.
- Costa, C.C. 2015. Apostila cebola. Disciplina Produção de hortaliças, UFCG, 56p.
- Dias, L.S.A. 2015. Sintomas de intoxicação de culturas por herbicidas. UFV Viçosa-MG, 67p.
- Hazen, J.L. 2000. Adjuvants: terminology, classification, e chemistry. Weed Technology, Champaign, v. 14, p. 773-784,
- Hess, F.D.; Foy, C. L. 2000. Interaction of surfactants with plant cuticles. Weed Technology, Champaign 14: 807-813.
- Mcmullan, P.M. 2000. Utility adjuvants. Weed Technology 14: 792-797.
- Miller, P., Westra, P. 1998. How surfactants work. Bulletin 0.564, Crop Series Colorado State University Cooperative Extension, Crop Fact.
- Oliveira, R.B. 2011. Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas. UNESP – Botucatu-SP, 134p.
- Prior, C. & Jollands, P. 1988. Infectivity of oil and water formulation of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) to the cocoa weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera: Curculionidae). J. Invert. Pathol. 52: 66-72.
- Stock, D., Brigs G. 2000. Physiochemical properties of adjuvants: values and applications. Weed Technology 14: 798-806.
- Tu, M., Randall, J.M. 2003. Adjuvants. In: Tu, M. et al. Weed control methods handbook the nature conservancy. Davis: TNC, p. 1-24.
- Van Valkenburg, J.W. 1982. Terminology, classification, and chemistry. In: Adjuvants for herbicides. Champaign: WSSA, p.1-9.
- Wagner, P., Fürstner, R., Barthlott, W. & Neinhuis, C. 2003. Quantitative assessment to the structural basis of water repellency in natural and technical surfaces. Journal of Experimental Botany 54(385):1295-1303.

Quadro 1 - Deposição resultante da aplicação dos tratamentos sobre as folhas da cultura da cebola.

Tratamento	Dose (%)	Deposição sobre as folhas da cebola ($\mu\text{L cm}^{-2}$)	
		Ponta leque	Ponta cone
1 - Testemunha (água)	---	0,089 c A	0,012 b B
2 - Óleo Vegetal Nortox	1,0	0,276 a A	0,049 a B
3 - Ag-Bem	0,1	0,220 b A	0,023 ab B
4 - Joint Oil	1,0	0,051 d A	0,007 b B
5 - Silwet L 77Ag	0,1	0,093 c A	0,019 ab B
CV%		28,23	

Médias seguidas na linha pela mesma letra maiúscula e na coluna, pela mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

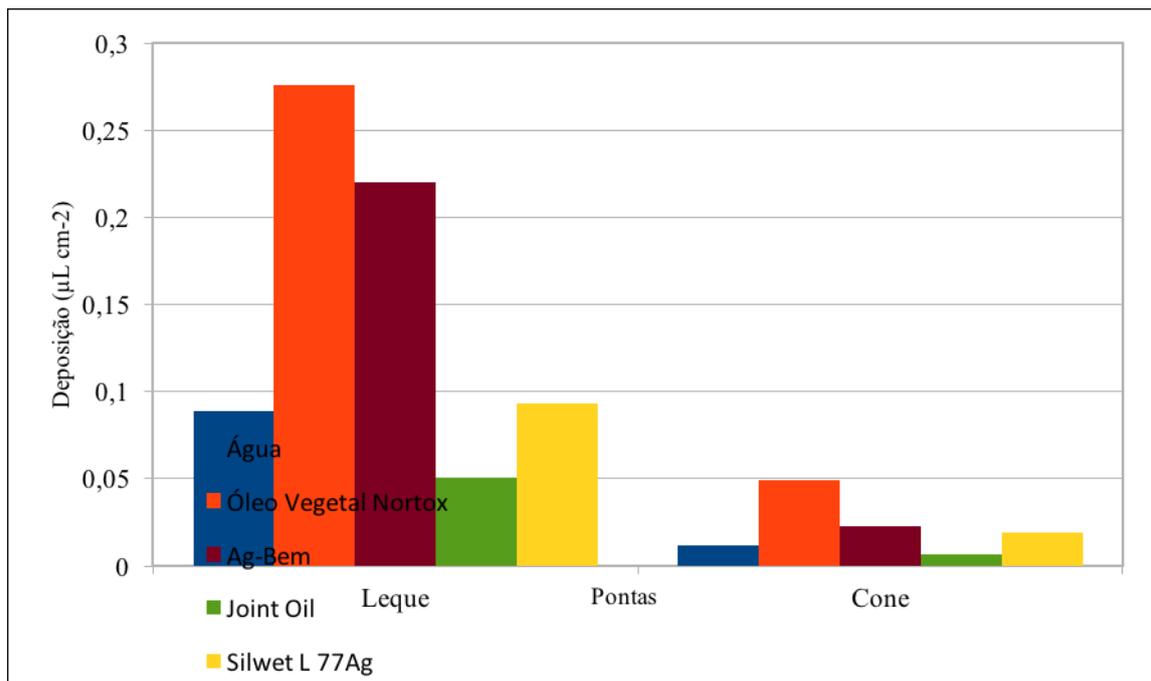


Figura 1 - Deposição resultante da aplicação dos tratamentos sobre as folhas da cultura da cebola.

Influência da aplicação de composto orgânico nas características do solo e no controlo biológico de nematodes em cenoura

Luísa Coelho^{1,2,3}, Mário Reis^{1,2}, Francisco Bueno-Pallero^{1,2,4}, Carlos Guerrero^{1,2} & Maria Albertina Gonçalves^{1,2}

¹Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Edifício 8, 8005-139 Faro, Portugal.

²MeditBio, Centre for Mediterranean Bioresources and Food, University of Algarve, Edifício 8, Campus de Gambelas, 8005-191 Faro, Portugal

³ICAAM Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora e Universidade do Algarve, Faro, Portugal

⁴CIMA - Centre for Marine and Environmental Research, University of Algarve, Portugal

Resumo

A aplicação de composto orgânico ao solo, para além das vantagens na fertilização já amplamente conhecidas, pode também ser uma solução para o controlo biológico de alguns inimigos das culturas. Este trabalho teve como objectivo estudar a influência da aplicação de um composto (Organical[®]), obtido a partir de lamas de ETAR, resíduos agrícolas, e de resíduos lenhosos como estruturante, nas propriedades químicas do solo e no controlo biológico de nematodes fitoparasitas, na cultura de cenoura, em solo ao ar livre, no período de outono – inverno. Num solo arenoso testaram-se 5 modalidades de fertilização: sem composto, e com incorporação do composto no solo entre 10 a 15 cm de profundidade, nas doses de 12,5; 25; 50 e 100 t.ha⁻¹, em 3 blocos completos casualizados. Semeou-se cenoura (*Daucus carota* L.) ‘Nantes 5’, em linhas afastadas 20 cm. Após a emergência das plantas procedeu-se a um desbaste para obter a densidade de 6,25 plantas m⁻². Quando as raízes maiores atingiram cerca de 15 cm, o que ocorreu 166 dias após a plantação, quantificou-se o crescimento e a produtividade das plantas e observaram-se as suas raízes para avaliar o nível de estrago causado por nematodes. Em cada bloco e modalidade, colheram-se amostras de solo, junto às raízes a cerca de 20 cm de profundidade, nas quais se determinou o teor de macro e micronutrientes, pH, condutividade eléctrica, matéria orgânica e metais pesados. Também se quantificaram e identificaram os nematodes presentes. No total, identificaram-se 25 géneros de nematodes, distribuídos por 3 grupos tróficos: bacteriófagos/saprotitas (BSN), fitofagos/fitoparasitas (PPN) e predadores (PN). Verificou-se que o composto alterou a composição química do solo, aumentando significativamente a condutividade eléctrica, e o teor de potássio, fósforo e ferro, com o aumento da dose de composto. Observou-se que a diminuição dos estragos causados por nematodes estava directamente relacionada com a dose de incorporação de composto ao solo, tendo-se verificado também um aumento das populações dos nematodes BSN e PN com o aumento da dose de composto. Os resultados sugerem que a aplicação de composto ao solo poderá ser uma alternativa sustentável para controlar nematodes fitoparasitas na cultura da cenoura.

Palavras-chave: sustentabilidade, nematodes predadores, nematodes bacteriófagos/saprotitas, nematodes fitoparasitas.

Abstract

Influence of organic compost application on soil characteristics and biological control of nematodes in carrots.

The application of organic compost to the soil, besides the already known advantages concerning fertilization, might also be a good solution for biological control of some of the crop's enemies. The objective of this work was to study the influence of applying compost (Organical[®]), obtained from ETAR sludge, agro-industrial waste and woody residues for structure in the chemical properties of the soil and in the control of phytoparasitic nematodes. As a model crop we used carrot, in soil and outdoors during the autumn-winter period. In a sandy soil 5 fertilization treatments were tested: without compost and with compost incorporated at 10 to 15 cm deep with the following dosages 12.5, 25, 50 and 100 t ha⁻¹, in 3 complete randomized blocks. Carrot was seeded (*Daucus carota* L.) 'Nanes 5', in lines spaced by 20 cm and a thinning was made post plant emergence to obtain a density of 6.25 plants m⁻². When the roots attained about 15 cm, which occurred 166 days after plantation (DAP), plant growth and productivity were quantified and the root system was observed to evaluate the damage done by nematodes. In each block and treatment soils samples were collected, close to the root system and at about 20 cm deep, in which it was determined the concentration of micro and macronutrients, the pH, the electric conductivity, the organic matter and the heavy metals. Additionally the nematodes were also quantified and identified. Globally 25 nematode genera were identified, from three trophic groups: bacteriophages/saprophytes (BSN), phytophagous/phytotoparasites (PPN) and predators (PN). It was observed that the compost changed the chemical composition of the soil, by significantly increasing the electric conductivity, potassium, phosphorus and iron concentrations with the compost dosage. It was also observed a decrease in the damage cause by nematodes, which is directly related with the dosage of compost incorporation in the soil, having been also demonstrated an increase in the BSN and PN nematode populations with the increase of compost. The results suggest that the compost application to the soil is a sustainable alternative in controlling phytoparasitic nematodes in the carrot crop.

Keywords: sustentability, predators nematodes, bacteriophage/saprophyte nematodes phytophagous/phytoparasitic nematodes.

Introdução

A aplicação de composto orgânico ao solo melhora as propriedades do solo, com efeitos positivos na sua fertilização, contribuindo para o aumento da produtividade das culturas (Ferreira et al., 2002; Coelho & Reis, 2016). Frequentemente, os compostos apresentam também propriedades supressivas, com capacidade para controlar determinadas pragas e/ou doenças das plantas, reduzindo a aplicação de fitofármacos (Hoitink, 1986; Reis, 2016).

Neste trabalho, aplicou-se composto orgânico ao solo em doses diferentes, e estudou-se o seu efeito nas características do solo, na produtividade da cultura de cenoura e o controlo dos nematodes presentes no solo.

Material e métodos

O composto Organical[®], produzido a partir e lamas de ETAR, resíduos agrícolas e resíduos lenhosos, foi testado para avaliar o seu efeito no aumento da produtividade da cultura de cenoura e no controlo dos nematodes fitopatogénicos no solo. O ensaio decorreu no período de Outono – Inverno, ao ar livre, num solo arenoso (Horto da FCT,

UAlg), inserido numa mancha de solos Vt (Solos Litólicos, Não Húmicos, Pouco Insaturados Normais, de arenitos grosseiros), segundo a classificação de solos de Portugal (SROA, 1970), a que corresponde a classificação de ARha (Arenossolo háptico) segundo a *World Reference Base for Soil Resources* (WRB, 2006). As características do composto e do solo no início do ensaio indicam-se no Quadro 1 e no Quadro 2.

O ensaio foi instalado num camalhão com 0,8 m de largura e 43,5 m de comprimento, ocupando uma área de 34,8 m², dividido em 3 blocos completos casualizados, cada um com 5 parcelas experimentais com 2,9 m de comprimento (2,32 m²), onde se instalaram as cinco modalidades a testar: controlo e quatro doses de composto. O composto foi incorporado à profundidade de 10 a 15 cm, nas doses de 12,5; 25; 50 e 100 t por ha. A modalidade controlo (1) não recebeu qualquer fertilização (Quadro 3).

Semeou-se cenoura (*Daucus carota* L.) ‘Nantes 5’ (Mundo das Sementes Lda, Portugal). A densidade de sementeira foi de 6,25 plantas m⁻², com 3 linhas de sementeira no camalhão.

A rega foi feita através de duas linhas rega, com tubo de 16 mm de diâmetro e gotejadores auto-compensantes (4 L h⁻¹, espaçados de 33 cm). Regou-se quatro vezes por dia, tendo cada rega 10 minutos de duração, a que correspondeu uma dotação média diária de 2,7 mm.

Quando as plantas mais desenvolvidas atingiram o tamanho comercial (cerca de 15 cm de comprimento da raiz), aos 166 dias após a plantação (DAP), procedeu-se à colheita aleatória de 12 plantas por modalidade e bloco (4 plantas de cada linha de sementeira). Em cada planta mediu-se: o número de folhas; a altura da raiz; o diâmetro das raízes (o diâmetro maior, medido cerca de 3 cm abaixo do colo), o peso fresco e o peso seco total da planta, da raiz e das folhas. O peso seco foi determinado após secagem a 105°C, até peso constante. Todas as plantas do ensaio foram colhidas e quantificadas as que tinham sintomas de nematodes.

No final do ensaio, o material vegetal e o solo foram analisados quanto ao teor em nutrientes e metais pesados. Foram também quantificados e identificados os grupos tróficos de nematodes presentes no solo.

Os resultados relativos ao crescimento das plantas, assim como à composição química do solo foram sujeitos a uma análise da variância e ao teste de separação de médias de Duncan. Fez-se uma regressão linear e uma correlação de Spearman para determinação o efeito das alterações do solo nas populações de nematodes. Os testes foram realizados com programa de estatística SPSS[®] (versão 20.0, SPSS Inc.).

Resultados e discussão

Influência do composto na composição química do solo

No final do ensaio, verificou-se que o composto influenciou a riqueza nutritiva do solo, aumentando de forma estatisticamente significativa os teores de fósforo, potássio e de ferro (Quadro 4). O composto induziu o aumento da condutividade eléctrica no solo, sendo este aumento significativo apenas nas duas modalidades com maior dose de composto, continuando no entanto com valor absoluto baixo, sem efeito negativo sensível sobre a cultura.

De acordo com valores de referência: Portaria 176/96 de 3 de Out., Reg. CE n° 1822/2005 de 8 de Nov., Reg. CE n° 1881/06 de 19 de Dezembro, e Pinto et al., 2011, para um solo com o pH superior a 7, as concentrações dos metais pesados detectadas apresentaram valores inferiores ao limite máximo.

Efeito do composto na produtividade da cenoura

Analisando os resultados obtidos no ensaio com o composto Organical[®], verificou-se que a sua aplicação ao solo aumentou, de forma linear, o crescimento da cenoura (Quadro 5).

Com excepção da percentagem de matéria seca da raiz, todas as variáveis analisadas aumentaram linearmente até à modalidade 5 (100 t ha⁻¹).

Os pesos fresco e seco das folhas e o número de folhas, apesar de superiores na modalidade 5, não apresentaram diferenças estaticamente significativas em relação à modalidade 4. O aumento do peso fresco da raiz nas modalidades com mais composto revela a sua maior precocidade induzida pelo composto, que se traduz num benefício económico para o produtor. A percentagem de matéria seca da raiz da cenoura diminuiu com a aplicação de composto, embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas (Quadro 5).

Nas condições do ensaio, a produtividade expressa pelo peso fresco da raiz atingiu 16,5 t ha⁻¹ com a dose mais elevada de composto (100 t ha⁻¹), abaixo do valor médio atingido em Portugal (Almeida, 2006). Esta menor produtividade deve-se ao facto da densidade de sementeira ter também sido relativamente reduzida. Extrapolando o aumento da densidade da cultura para 14 plantas m⁻², a produtividade aumentaria para 37 t ha⁻¹, valor superior à média nacional (33,5 t ha⁻¹) (Almeida, 2006). Esta hipótese seria admissível dada a baixa ocupação do terreno pelas plantas no ensaio.

Efeito do composto no controlo de nemátodes na cenoura

Verificou-se que a aplicação de composto ao solo reduziu significativamente os estragos causados por nemátodes (Figura 1).

Os diferentes géneros de nemátodes identificados foram distribuídos por três grupos tróficos: nemátodes bacteriofagos/saprotitas (BSN), nemátodes fitofagos/fitoparasitas (PPN), nemátodes predadores (PN), (Quadro 6). De entre os nemátodes benéficos identificaram-se predadores e entomopatogénicos, que se encontraram em maior número nas modalidades com mais composto. Os fitopatogénicos, quantificaram-se essencialmente nas modalidades com menos composto.

A população de PN apresentou uma correlação positiva com o pH e com o teor de azoto total, que tendo sido mais elevados nas modalidades com doses maiores de composto, sugere terem aquelas propriedades contribuído para o crescimento das populações destes organismos (Quadro 7).

O aumento do teor de fósforo no solo com doses mais elevadas de composto, está relacionado para a diminuição dos PPN (Quadro 7).

Relativamente aos BSN, verificou-se que doses mais elevadas de composto favoreceram o crescimento das suas populações, mas não se verificaram correlações significativas com as propriedades químicas do solo.

Conclusões

O composto Organical[®] aplicado no solo aumentou a produtividade e precocidade da cenoura, ao ar livre, na época de Outono-Primavera. O efeito fertilizante do composto foi evidenciado pelo crescimento das cenouras, que aumentou linearmente com o aumento da dose de composto, entre 12,5 e 100 t ha⁻¹, tendo-se verificado que os níveis de macronutrientes aumentaram no solo, com valores estatisticamente superiores no caso do fósforo e do potássio.

A aplicação de composto ao solo reduziu significativamente os estragos causados por nemátodes, o que sugere a possibilidade de o composto reduzir a população de nematodes fitopatogénicos no solo, sem o recurso a fitofármacos, visando a maior sustentabilidade da actividade agrícola.

Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa Terra Fértil, Gestão e Valorização de Resíduos,S.A., o composto necessário para a realização do ensaio.

Referências

- Anónimo. 2008. Especificações Técnicas sobre a Qualidade e Utilizações do Composto. Documento de trabalho da Agência Portuguesa do Ambiente, Lisboa. 19 pp.
- Almeida, D. 2006. Manual de culturas Hortícolas. Editorial Presença. Volume I.
- Coelho, L. & Reis, M. 2016. Fertilização com composto orgânico: efeito imediato e residual. Actas de horticultura, 25. APH. Lisboa. 183 pp.
- Ferreira, J., Conceição, J., Strecht, A., Ribeiro, J., Soeiro, A. & Cotrim, G. 2002. Manual de agricultura biológica – Fertilização e protecção das plantas para uma agricultura sustentável. Agrobio. 3ª Edição. Lisboa. pp. 435.
- Hoitink, H.A.J. & Fahy, P.C. 1986. Basis for control of soilborne plant pathogens with composts. Annual Review of Phytopathology 24: 93-114.
- Portaria 179/96. Diário da República. 03 de Outubro de 1996.
- Regulamento CE nº 1822/2005. Jornal Oficial da União Europeia. 08 de Novembro de 2005.
- Reis, M. 2016. Os compostos no controlo de doenças das plantas. Revista de Ciências Agrárias 39(1): 25-35.
- Regulamento CE nº 1881/2006. Jornal Oficial da União Europeia. 19 de Dezembro de 2006.
- SROA. 1970. Carta de Solos de Portugal – I Volume. Classificação e caracterização morfológica dos solos, 6ª ed., Secretaria de Estado da Agricultura, Ministério da Economia. Lisboa.
- WRB 2006. ‘World Reference Base for Soil Resources 2006’. IUSS Working Group World Soil Resources Reports 103. FAO, Roma.

Quadro 1 - Características do composto

	VMA ²	
	(Classe I)	
<i>Salmonella</i> sp. ¹	Negativo	Ausente em 25 g
<i>Escherichia coli</i> (ufc/g) ¹	<10	1000 N/g
Grau de maturação ¹	27	-
Materiais inertes, antropogénicos (%) ²	0	0,5
Pedras >5 mm (%) ²	0	5
Humidade (%) ²	16,4	-
Índice de germinação (%) ²	65,92	-

² VMA, Valor Máximo Admissível.

¹ Laboratório de ensaios CITRI.

Quadro 2 - Composição química¹ do solo e do composto antes do ensaio.

	pH	CE	MO	N-t	N-NH ₄ ⁺	N-NH ₃ ⁻	S	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		(dS m ⁻¹)	(%)	(%)	(mg kg ⁻¹)			(%)			
Solo	6,72	0,113	1,47	0,047	2,23	6,03	16,5	0,0124	0,00694	0,069	0,0114
Organical	6,9	3,1	37,8	1,1	<1x10 ²	37	0,2	1,0	2,2	7,8	0,7
	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo	Cd	Pb	Cr	Hg	Ni
	(mg kg ⁻¹)										
Solo	86	54,2	0,17	0,73	5,93	<0,03	<0,035	1,63	2,71	<0,096	1,86
Organical	-	-	34	48	2,4x10 ²	-	<0,7	<6,8	25	0,1	12
VMP (classe I)	-	-	-	100	200	-	0,7	100	100	0,7	50
VMP (classe II)	-	-	-	200	500	-	1,5	150	150	1,5	100

¹CE, condutividade elétrica; MO, matéria orgânica; N-t, azoto total; N-NH₄⁺, azoto amoniacal; N-NH₃⁻, azoto nítrico; S, enxofre; P₂O₅, fósforo; K₂O, potássio; CaO, cálcio; MgO, magnésio; Fe, ferro; Mn, manganês; B, boro; Cu, cobre; Zn, zinco; Mo, molibdénio; Cd, cádmio; Pb, chumbo; Cr, crómio; Hg, mercúrio; Ni, níquel; VMA, valor máximo admissível.

Quadro 3 - Modalidades testadas

	Designação da modalidade				
	1 (controlo)	2	3	4	5
Composto Organical (t ha ⁻¹)	0	12,5	25	50	100
Teor de N _{total} (kg ha ⁻¹) aplicado ao solo (matéria seca: 83,6%)	0	115	230	460	920

Quadro 4 - Composição química¹ do solo no final do ensaio.

	pH	CE	MO	N-t	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
		(μS cm ⁻¹)	(%)	(%)	(mg kg ⁻¹)		(mg kg ⁻¹)				
1	7,48a	35,3b	1,04a	0,173a	3,07a	9,73a	83,1c	16,4c	592,3a	93,7a	4,17a
2	7,47a	40,7b	1,57a	0,190a	4,00a	14,4a	114,6c	20,1bc	818,3a	125,0a	5,60a
3	7,54a	42ab	1,36a	0,053a	3,17a	9,77a	166,8bc	22,7abc	913,7a	133,1a	5,90a
4	7,52a	55,7a	1,60a	0,267a	4,07a	18,4a	231,9ab	36,2a	1148,3a	134,1a	9,60a
5	7,53a	54,3a	1,72a	0,347a	3,93a	18,7a	282,5a	33,1ab	1218,7a	157,0a	10,90a
	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo	Cd	Pb	Cr	Hg	Ni
	(mg kg ⁻¹)										
1	70,2c	49,0a	0,147a	0,567a	4,00a	0,030a	<0,035	1,24a	3,32a	<0,096	4,87a
2	84,6bc	49,9a	0,150a	0,500a	4,30a	0,017a	<0,035	2,28a	3,98a	<0,096	5,00a
3	99,6bc	48,4a	0,237a	0,500a	6,90a	0,133a	<0,035	3,35a	3,91a	<0,096	4,03a
4	110,2ab	50,7a	0,113a	0,767a	6,13a	<0,03a	<0,035	2,14a	3,45a	<0,096	5,89a
5	143,1a	48,5a	0,117a	0,767a	6,53a	0,013a	<0,035	2,30a	4,02a	<0,096	4,56a

¹ Para cada coluna, os valores seguidos da mesma letra não apresentam diferenças estatísticas para p ≤ 0,05 (teste de Duncan). CE, condutividade elétrica; MO, matéria orgânica; N-t, azoto total; N-NH₄⁺, azoto amoniacal; N-NH₃⁻, azoto nítrico; P₂O₅, fósforo; K₂O, potássio; CaO, cálcio; MgO, magnésio; S, enxofre; Fe, ferro; Mn, manganês; B, boro; Cu, cobre; Zn, zinco; Mo, molibdénio; Cd, cádmio; Pb, chumbo; Cr, crómio; Hg, mercúrio; Ni, níquel; 1, 2, 3, 4 e 5 com incorporação de 0; 12,5; 25; 50 e 100 t ha⁻¹ de composto respectivamente.

Quadro 5 - Variáveis de crescimento na cultura da cenoura.

	CC (cm)	Nº Folhas	Ø (mm)	V (cm ³)	PPF (g)	PSF (g)	PFR (g)	PSR (g)	MSR (%)
1	7,51c	8,22b	15,1d	5,60c	2,98c	0,44c	10,6d	0,95d	11,4a
2	7,76c	8,86b	17,0cd	8,09c	3,76c	0,65bc	14,7cd	1,13cd	9,42a
3	10,0b	9,89a	19,4bc	12,8b	5,60b	0,90b	23,1bc	2,03bc	8,48a
4	11,0b	10,0a	20,9b	14,8b	7,49a	1,22a	29,5b	2,54b	9,87a
5	13,2a	10,0a	24,8a	22,5a	8,15a	1,34a	41,2a	3,78a	9,34a

Em cada coluna, os valores seguidos da mesma letra não apresentam diferenças estatísticas para $p \leq 0,05$ (teste de Duncan). CC, comprimento comercial da raiz; Ø, diâmetro da raiz; PPF, valor médio do peso fresco das folhas; PSF, valor médio do peso seco das folhas; PFR, valor médio do peso fresco da raiz; PSR, valor médio do peso seco da raiz; MSR, valor médio da percentagem de matéria seca da raiz; 1, sem composto "Organical"; 2, 3, 4 e 5 com incorporação de 12,5; 25; 50 e 1d00 t ha⁻¹ de composto respetivamente.

Quadro 6 - Géneros de nemátodes identificados e sua distribuição pelos grupos tróficos. BSN, Nemátodes bacteriofagos/saprotitas; PPN, Nemátodes fitofagos/fitoparasitas; PN, Nemátodes predadores.

Grupo trófico	Géneros de Namátodes
BSN	<i>Diplogaster, Rhabditis, Rhabditoide, Plectus, Eucephalobus, Wilsonema, Acrobeles, Alaimus, Cephalobus, Aphelenchus, Aphelenchidae</i>
PPN	<i>Longidorus, Paratrichodorus, Helicotylenchus, Tylenchorhynchus,</i>
PN	<i>Tylencholamellidae, Meloidogyne, Pratylenchus, Tricodorus, Tilencoide Heterorhabditis, Steinernema, Actus</i>

Quadro 7 - Modelo de regressão relacionando os grupos tróficos de nematodes com as variáveis do solo.

		Coefficiente	Significância
PN	Constante	-90,124	0,010
	pH	12,293	0,009*
	Nt	17,006	0,006*
PPN	Constante	-2,089	0,233
	P ₂ O ₅	-0,005	0,6202
	Fe	0,011	0,674
	CaO	0,004	0,047*

PPN, nemátodes fitofagos/fitoparasitas; PN, nemátodes predadores. * $p \leq 0,05$

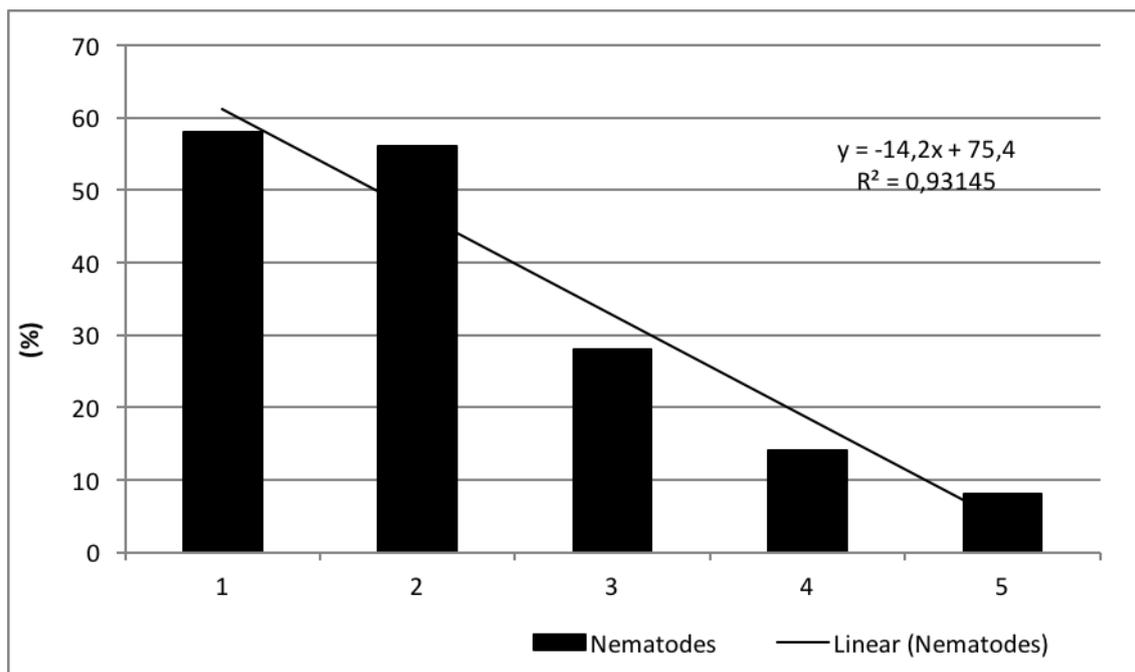


Figura 1 - Percentagem de raízes de cenoura colhidas com sintomas de nematodes. Modalidades 1, 2, 3, 4 e 5, com incorporação de 0; 12,5; 25; 50 e 100 t ha⁻¹ de composto, respectivamente.

Deposição da calda de pulverização em plantas de batata, cultivar Atlantic: efeito de pontas e volumes de aplicação

Dagoberto Martins¹; Sidnei Roberto de Marchi² & Neumárcio Villanova da Costa³

¹FCAV/UNESP, Depto. Prod. Vegetal, Jaboticabal/SP, Brasil, dmartins@fcav.unesp.br

²UFMT, Barra do Garças/MT, Brasil, sidneimarchi.ufmt@gmail.com

³UNIOESTE/CCA, Marechal Cândido Rondon/PR. neumarciovc@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo quantificar a deposição de calda de pulverização, através de diferentes volumes e pontas de pulverização, na cultivar de batata Atlantic. Foi utilizado um traçador na calda de pulverização, o corante Azul Brillante FD & C N – 1 na concentração de 3.000 ppm. Avaliou-se a deposição da calda de pulverização na fase de crescimento da planta de batata denominado de amontoa (aos 18 dias após a brotação) e, em duas posições da planta (parte apical e basal). Os tratamentos testados foram: pontas de jato cônico (TX-8 a 200, TX-18 a 400 e TX-26 a 600 L ha⁻¹); pontas de jato plano (XR11002VS a 200, XR11003VS a 400 e XR11004VS a 600 L ha⁻¹) e, pontas de jato plano duplo (TJ11002EVS a 200, TJ11004 a 400 e 600 L ha⁻¹). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. Para a análise da deposição foram coletadas 25 plantas de cada parcela, sendo que para extração do traçador das folhas e caules utilizou-se 200 ml de água destilada. Para determinar o conteúdo depositado pelas pulverizações nas plantas usou-se um espectrofotômetro de feixe duplo de UV-visível, com leitura em absorbância no comprimento de onda de 630nm. Foram ajustadas curvas de regressão através do modelo de Gompertz. Os resultados evidenciaram que o uso de volumes menores de calda de pulverização proporcionou maior uniformidade da distribuição de depósitos; o uso de volumes maiores de calda de pulverização não resultou, necessariamente, em maiores depósitos; a deposição da calda na parte superior das plantas foi maior do que nas partes inferiores, independentemente da ponta e do volume de aplicação; e a uniformidade de deposição da calda de pulverização na parte inferior da planta foi maior do que nas partes superior, independentemente da ponta de pulverização e do volume de aplicação testado.

Palavras-chave: tecnologia de aplicação, bico, traçador, corante, *Solanum tuberosum*.

Abstract

Spray deposition on potato plants, Atlantic cultivar: effect of nozzles and volume of application.

The aim of this study was to evaluate the spraying deposition through different volumes and nozzles on Atlantic potato cultivar. It was used the brilliant blue FD&C-1 as tracer solution (3.000 ppm). It was evaluated the deposition of the spraying in the initial stage of growth of the potato plant (18 days after sprouting) in two sections (basal and apical part). The treatments were carried out with different nozzles and volume rates: cone nozzle (TX-8 at 200, TX-18 at 400, and TX-26 at 600 L ha⁻¹); flat fan nozzle (XR11002VS at 200, XR11003VS at 400, and XR11004VS at 600 L ha⁻¹) and, double flat fan nozzle (TJ11002EVS at 200 and TJ11004EVS at 400 and 600 L ha⁻¹). The treatments were set up as a complete randomized experiment with four replications. For

the analysis of the deposition 25 plants of each plot (five rows by 3m) were collected, and for extraction of the tracer of the leaves and stems was used 200 ml of distilled water. The washing tracer solutions were analysed through spectrophotometer to quantify the brilliant blue in wavelength of 630 nm. The Gompertz model was used to adjust the accumulated frequency of tracer deposition. The results showed that: the use of smaller volumes of spraying provided greater uniformity of deposit distribution; the use of larger volumes of spraying did not necessarily lead to larger deposits; the spraying deposition in the upper part of the plants was higher than in the lower parts, regardless of the nozzle and the volume of application; and the uniformity of spraying deposition at the bottom of the plant was greater than at the top, independent of the spray nozzle and the application volume tested.

Keywords: Application technology, nozzle, tracer, dye, *Solanum tuberosum*.

Introdução

Estudos de tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas que envolvam modelos de pontas de pulverização, deriva, volume, tamanho de gotas e alvo (natural ou artificial), são as linhas de pesquisas mais comuns encontradas na literatura e que buscam normalmente uma boa deposição e cobertura dos alvos. Estas avaliações podem ser realizadas com compostos denominados de traçadores que são adicionados a calda de pulverização. Estes produtos necessitam ter características como sensíveis a detecção, rapidez na análise, ser solúvel e com pouco efeito na pulverização e evaporação das gotas, ser estável no ambiente, atóxico e custo aceitável (Yates & Akesson, 1963).

Sabe-se que o tamanho, a velocidade e a tensão superficial das gotas influenciam a retenção e a distribuição das gotas de pulverização e, estes, podem ser afetados pelos traçadores adicionados a calda, bem como as características do alvo, tais como: arquitetura da planta, quantidade de folhas e superfície rugosa ou lisa (Wirth et al., 1991).

Na cultura da batata, a avaliação de bicos e pontas de pulverização, volume e pressão de aplicação, bem como o estágio fenológico da planta são os fatores mais avaliados fora do Brasil, contudo, ainda em número muito reduzido (Zehnder & Speese, 1991; Hamn & Clough, 1999, Panneton et al., 2000). Quanto as características anatômicas do genótipo utilizado, fatores como pilosidade, hábito prostrado ou ereto, ciclo, tempo para o fechamento das ruas de plantio, podem determinar variações nas técnicas de aplicação de defensivos agrícolas, o que demandaria intervenções específicas para cada situação de cultivo.

O presente trabalho teve como objetivo quantificar a deposição de gotas de pulverização em uma cultivar de hábito de crescimento ereto, considerando o estágio de desenvolvimento das plantas, as pontas de pulverização e o volume de aplicação.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias de Botucatu, SP, Brasil. Utilizou-se a cultivar Atlantic que é originária do cruzamento de Wauseon X Lenape e suas plantas são consideradas moderadamente grandes, apresenta hastes com hábito de crescimento ereto, pouca pubescência e elevada formação de flores.

Foram sulcadas linhas de plantio a 0,20m de profundidade e espaçadas de 0,70m, com um sulcador acoplado a um trator. Colocaram-se quatro batatas semente/m de sulco. As batatas sementes foram plantadas no dia 24/06/2013 e a brotação ocorreu em 14/07/2013. A amontoa foi realizada em 01/08/13, sendo que nesta data foi realizada

a adubação de cobertura e a pulverização do traçador. A área foi irrigada em média entre 20 a 30 mm, duas vezes por semana.

Os tratamentos testados e as condições do ambiente durante a pulverização encontram-se apresentados no Quadro 1. A velocidade do vento durante as aplicações foi em forma de rajadas: de 0,9 a 6m s⁻¹. Utilizou-se um pulverizador costal pressurizado a CO₂, munido de uma barra com quatro bicos distanciados de 0,5m entre si.

Para a avaliação dos depósitos de calda de pulverização foi utilizado um traçador, sendo este, um corante alimentício denominado de Azul-brilhante (FD & C nº 1), na concentração de 3.000 ppm. Para demonstrar que o corante não interferia na tensão superficial da água, foi realizado um estudo preliminar de tensão que o comprovou.

Na determinação do conteúdo depositado pelas pulverizações realizadas nas plantas de batata utilizou-se um espectrofotômetro de feixe duplo de UV-visível, marca GBC, modelo Cintra 20, com leitura em absorbância no comprimento de onda de 630nm, conforme descrito por Palladini (2000).

Imediatamente após a aplicação, as plantas foram coletadas individualmente por partes e lavadas com quantidade conhecida de água deionizada para a retirada do corante e, a seguir, procederam-se as leituras de absorbância. Os dados de absorbância foram transformados em ppm através de uma equação matemática padrão, obtida através da leitura da absorbância de diferentes soluções do corante Azul Brillhante, cujas as concentrações, em ppm, foram previamente estipuladas. Conhecendo as diferentes concentrações das amostras obtidas, foi possível determinar o volume de calda depositado nas plantas através da expressão matemática $C_1.V_1 = C_2.V_2$, em que: C_1 – concentração da calda, em ppm, no momento da aplicação; V_1 – quantidade em mL que depositou nas plantas; C_2 – leitura de concentração da amostra, em ppm; e V_2 – quantidade de água deionizada (lavagem).

O produto desta expressão matemática foi multiplicado por 1.000 para obter-se o volume em µl. Com os dados em µl e dividindo-se cada valor pela biomassa seca de cada planta, obteve-se as quantidades em (µl calda g⁻¹) de biomassa seca de planta. A massa seca foi determinada em uma estufa de circulação forçada de ar, sendo mantida a 65 °C até atingir peso constante.

Para as análises de deposição da calda pulverizada, foram utilizadas 25 plantas (amostras) coletadas aleatoriamente na área aplicada da parcela. A área de cada tratamento apresentava cinco linhas de semeadura por 3 m de comprimento e as aplicações foram realizadas em três linhas centrais, sendo utilizadas as duas linhas mais uniformes da área aplicada, nas quais se retiraram as plantas de forma contínua e por 1m. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições.

Nos procedimentos para a avaliação dos depósitos de calda de pulverização determinou-se as quantidades de depósito por µl g⁻¹ massa seca de planta, além dividir-se a planta em duas partes, denominado de parte superior (apical) e parte inferior (basal). Foram utilizados 200 ml de água para lavagem em conjunto de folhas e caules.

Para os depósitos nas superfícies da planta os valores de porcentagem de depósito do traçador foram ajustados ao modelo de Gompertz para representar a frequência acumulada (Y), em porcentagem, conforme a **Equação 1** [$Y = e^{(a - e^{(-b - c * X)})}$]. Para melhor visualização dos resultados optou-se por apresentar as curvas de frequência não acumuladas ou densidade de probabilidade (Y'), que corresponde à derivada primeira do referido modelo, Equação 2 [$Y' = c * e^{(a - b - c * X - e^{(-b - c * X)})}$].

Resultados e Discussão

Ao se discutirem valores de depósitos torna-se importante inferir alguns comentários sobre o modelo de Gompertz e medidas de posição: média, mediana e moda. A média, normalmente, não é um valor muito confiável, por poder apresentar valores extremos na sua composição. A mediana é resultado de um conjunto de dados, no qual um valor é precedido e seguido do mesmo número de dados. Já, moda é o valor mais frequente em um conjunto de dados que compõem os valores originais. Tofoli (2001) relata que a utilização da média para indicar a deposição em pulverizações deve ser mais bem analisada, pois se aplicando uma determinada dose de produto, a dose pontual mais frequente (moda) na área pode ser bastante inferior à dose média, ou mesmo a dose mediana.

No entanto, para produtos de ação sistêmica, nem sempre, a distribuição de gotas é fundamental para um melhor desempenho do produto como seria para produtos com ação de contato, que necessariamente precisam de uma maior área coberta para mostrarem-se eficientes.

Como um exemplo geral para todo o trabalho, observa-se no Quadro 2, que os valores da média, mediana e moda estão em ordem decrescente de valores e, estes, ocorreram desta forma para todas as pontas, volumes e partes de planta. As médias obtidas mostram valores de deposição 46,1, 17,0 e 42,9% maiores para planta inteira, parte superior e inferior, respectivamente, quando comparadas aos respectivos valores da moda. Tal fato demonstra maior precisão da moda em relação à média para avaliação de estudos de deposição de calda de pulverização (Tofoli, 2001), pois esta representa a dose pontual mais frequente que atingiu os alvos. Assim, todas as comparações do trabalho foram realizadas baseadas na moda. Também, Costa (2003) observou maior precisão da moda em relação à média, comparando a dispersão dos dados entre o corante Azul Brilhante e o herbicida tebuthiuron.

A representação gráfica utilizada para a comparação dos tratamentos foi feita através de valores estimados, uma vez que, os dados originais ajustaram-se ao modelo. Os gráficos interpolam os valores de depósito em (μl calda g^{-1}) de massa seca de plantas com frequência não acumulada, sendo que o ponto mais alto do eixo y corresponde a moda, para isto basta traçar uma reta até atingir a curva e estender até o eixo x.

A frequência não acumulada ou densidade de probabilidade corresponde à derivada primeira da curva de frequência acumulada. Os picos presentes nas curvas (concavidade da curva) representam a curtose e que mostram a frequência de valores extremos, sendo que, quanto mais plano é o pico da curva (maior a curtose), maior será a frequência de valores extremos e, conseqüentemente, mais desuniformes apresentam-se.

Desta forma, desejam-se pulverizações mais uniformes possíveis através de depósitos com o menor número de valores extremos e, em especial para produtos de contato, sejam inseticidas, fungicidas ou herbicidas.

Ressalta-se, ainda, que os gráficos de frequência acumulada têm suas curvas avaliadas através da sua menor inclinação. Curvas menos inclinadas indicam maior dispersão dos dados e, conseqüentemente, maiores variações nos depósitos unitários.

No estudo de campo, ora desenvolvido, para a cultivar Atlantic, na época da amontoa, observa-se para as pontas TX (jato cônico vazio) que a deposição da calda de pulverização nas plantas foi mais uniforme (cobertura) com a pulverização de volumes menores (200 L ha^{-1}) e, os depósitos foram maiores com a aplicação de volumes maiores, contudo os depósitos obtidos foram semelhantes entre os volumes de 400 e 600 L ha^{-1} (fig. 1). Ressalta-se que, normalmente volumes maiores geram gotas maiores, o que pode levar a coalescência destas nas folhas, com conseqüente escorrimento da calda para o solo, além da planta apresentar menos estruturas para servirem de aparato para as gotas e folhas mais novas normalmente retêm menos calda. Também Zehnder & Speece (1991) observaram na cultura da batata, utilizando pontas de jato cônico vazio que o incremento do volume de aplicação de 93 para 467 L ha^{-1} determinava depósitos maiores nas plantas.

Os depósitos mostraram-se maiores na parte superior da planta, como era esperado a princípio, devido ao efeito “guarda-chuva” das folhas superiores em relação às basais (fig. 2). Já, a distribuição da calda ser mais uniforme nas partes inferiores da planta em relação a superior, deve-se ao fato que, provavelmente o espectro de gotas que penetraram nas partes basais foram provenientes de uma faixa de volume e diâmetro de gotas específicas, o que não ocorreu na parte superior, pois deve ter recebido todo tipo de gota de pulverização, o que reduziu a uniformidade dos depósitos ou da cobertura.

Quanto a ponta XR (jato plano), observa-se que a uniformidade de depósitos de calda nas plantas foi maior com a pulverização de volumes menores (fig. 1). Ao comparar-se cada volume de pulverização, nota-se que houve pouca semelhança quanto ao padrão de distribuição de calda. Assim, nota-se que a recomendação da ponta de pulverização XR irá depender do volume e também do defensivo agrícola a ser aplicado, pois produtos de contato necessitam melhor uniformidade de cobertura que produtos sistêmicos para poderem atuar de forma eficiente, sendo este fator mais importante que a própria quantidade depositada, dependendo da situação.

Independentemente do volume depositado pela ponta XR, sempre os depósitos na parte superior da planta foram maiores e menos uniformes do que os encontrados nas partes inferiores (fig. 3).

Quanto à ponta TJ (jato plano duplo), observa-se que a uniformidade de depósitos de calda nas plantas foi maior com a pulverização de volumes menores e, de uma forma geral, os depósitos foram também maiores com a elevação do volume aplicado (Figura 1). Ressalta-se que, estes resultados foram verificados também para as demais pontas estudadas, TX e XR.

A deposição e uniformidade proporcionada pela ponta TJ foram dependentes do volume de aplicação (fig. 1). A pulverização de 200 L ha^{-1} proporcionou maior uniformidade de deposição e depósitos menores de calda em comparação a uso de 400 e 600 L ha^{-1} . Independentemente do volume

depositado, sempre os depósitos na parte superior da planta foram maiores e menos uniformes do que os encontrados nas partes inferiores (fig. 4).

Na literatura encontram-se poucos trabalhos em que se estudou a ponta de jato plano duplo e, ainda, com outras espécies. Na cultura de *L. tenuis*, Etiennot et al., 1988 encontraram maiores depósitos nas partes basais das plantas com a utilização da ponta TJ em relação da ponta XR. De forma oposta, Silva (2000) em um estudo com *C. rotundus*, encontrou maiores depósitos nas plantas com a utilização de pontas de jato plano XR e DG, em relação à ponta de jato plano duplo TJ11002VS.

As comparações entre as diferentes pontas estudadas, TX, XR e TJ dentro de cada volume aplicado e, em ordem decrescente de grandeza, tanto para uniformidade como para depósitos de calda encontram-se na Figura 5. Assim, na época da amontoa e no volume de 200 L ha⁻¹, observou-se para a cultivar Atlantic que os depósitos de calda foram maiores com a ponta XR>TX>TJ, porém a uniformidade de distribuição da calda foi melhor com a ponta TJ>TX>XR. Para o volume de 400 L ha⁻¹, os depósitos de calda foram mais elevados com a ponta TX>TJ>XR, contudo a uniformidade de distribuição da calda foi melhor com a ponta TJ>XR>TX. Para o volume de 600 L ha⁻¹, os depósitos foram maiores com a ponta TJ>XR>TX, todavia a uniformidade de distribuição da calda foi melhor com a ponta XR>TJ>TX.

Ao analisar-se o trabalho de Zehnder & Speece (1991) verifica-se que encontraram maiores depósitos de calda com a utilização de pontas de jato cônico vazio em comparação as pontas de jato plano, independentemente dos volumes estudados na cultura da batata. Deve ser ressaltado que os resultados ora obtidos, demonstram que nem sempre as pontas TX (jato cônico vazio) proporcionaram depósitos maiores do que as pontas XR (jato plano), pois dependendo do volume as respostas foram diferentes. Já, em uma cultura diferente, o feijão, Maciel et al. (2000) não encontraram diferenças nos depósitos de calda com a utilização tanto da ponta TX como XR no volume de 200 L ha⁻¹.

Conclusões

Nas condições em que foi realizado o estudo e com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

O uso de volumes menores de calda de pulverização proporcionou maior uniformidade de distribuição de depósitos;

O uso de volumes maiores de calda de pulverização não resultou, necessariamente, em maiores depósitos;

A deposição da calda de pulverização na parte superior das plantas foi maior do que nas partes inferiores, independentemente da ponta e do volume de aplicação;

A uniformidade de deposição da calda de pulverização nas partes inferiores da planta foi maior do que nas partes superior, independentemente da ponta de pulverização e do volume de aplicação.

Referências

- Costa, A.G.F. 2003. Métodos para estimar perdas em pulverizações de herbicidas aplicados em pré-emergência. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu/SP, Brasil.
- Etiennot, A.E., Jalil-maluf, E.L., mazza-rossi, S. & Pataro, A. 1998. Introduction to the study of spray penetration from hydraulic nozzles and CDA system in cultivated pastures: *Lotus tenuis*. *Malezas* 16:63-65.
- Grayson, B.T., Price, P.J. & Walter, D. 1996. Effect of volume rate of application on the glasshouse performance of crop protection agent/adjuvant combinations. *Pesticide Science* 48:205-217.
- Hamn, P.B. & Clough, G.H. 1999. Comparison of application methods on deposition and redistribution of chlorothalonil in a potato canopy and potential for control of late blight. *Plant Disease* 83:441-444.

- Maciel, C.D.G., Souza, R.T., Silva, R.H., Velini, E.D. & Lemos, L.B. 2000. Avaliação do depósito e distribuição da calda de pulverização em plantas de feijoeiro e *Brachiaria decumbens*. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 22., Foz do Iguaçu, PR, Brasil 6-11 de junho, p.472.
- Panneton, B., Phillion, H., Theriault, R. & Klelifi, M. 2000. Spray chamber evaluation of air-assisted spraying on potato plants. Trans. (ASAE) 43:529-534.
- Palladini, L. A. 2000. Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu/SP, Brasil.
- Tofoli, G.R. 2001. Efeito do tamanho do alvo e condições operacionais sobre a uniformidade de deposição de pulverizações em pré-emergência. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de plantas) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu/SP, Brasil.
- Zehnder, G.W. & Speese, J. 1991. Evaluation of various spray nozzle and volume combinations for control of Colorado beetle with synthetic and biological insecticides. Journal of Economic Entomology 48:1.842-1.849.
- Yates, W.E. & Akesson, N.B. 1963. Fluorescent tracers for quantitative microresidue analysis. Trans (ASAE) 6:105-114.

Quadro 1 -. Tratamentos e condições ambientais durante a pulverização do corante Azul Brillhante no estágio de amontoa, cultivar Atlantic. Botucatu, SP, Brasil.

Tratamento	Ponta Pulverização	Pressão kgf.cm ⁻²	Consumo de calda L ha ⁻¹	Temperatura °C	U.R. %
1	TX-8	4,5	200	22	65
2	TX-18	4,8	400	22	78
3	TX-26	5,8	600	23	79
4	XR11002VS	2,5	200	22	72
5	XR11003VS	4,2	400	28	56
6	XR11004VS	5,9	600	23	75
7	TJ11002EVS	2,5	200	22	13
8	TJ11004EVS	3,5	400	23	68
9	TJ11004EVS	6,2	600	22	75

Quadro 2 - Média, mediana, moda e coeficiente de variação para o depósito de calda na planta inteira, parte superior e inferior, ponta TX – 8. Botucatu/SP, Brasil.

	Depósito de calda (µl g ⁻¹ massa seca)			
	Média	Mediana	Moda	C.V. (%)
Planta inteira	6,91	6,15	4,73	59,9
Parte superior	10,31	9,87	8,81	29,4
Parte inferior	4,26	3,67	2,98	63,8

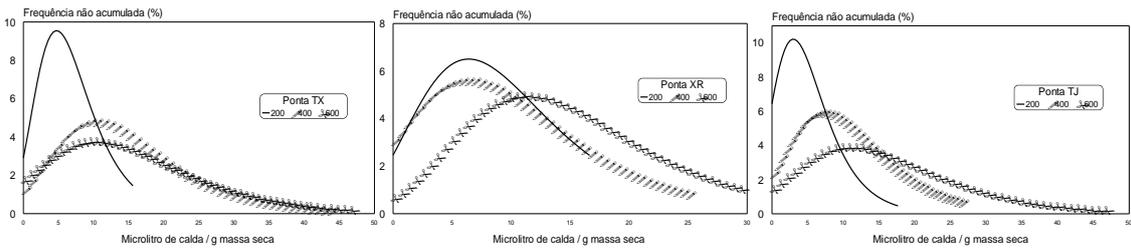


Figura 1 - Frequências não acumuladas em função da deposição do traçador na planta inteira, para diferentes volumes de pulverização, pontas XR, TX e TJ.

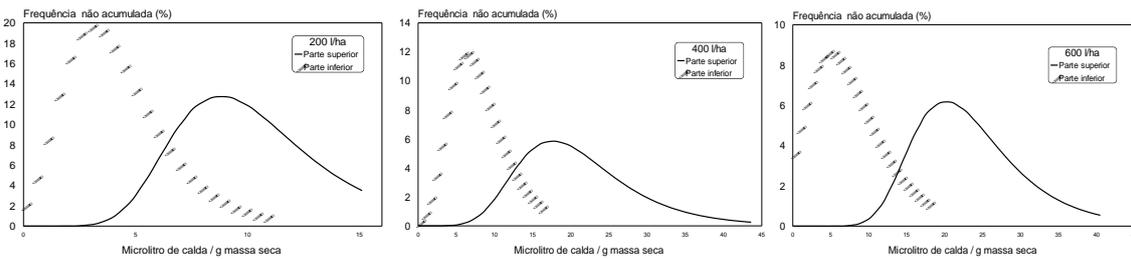


Figura 2 - Frequências não acumuladas em função da deposição do traçador na parte superior e inferior da planta, para diferentes volumes de pulverização, ponta TX.

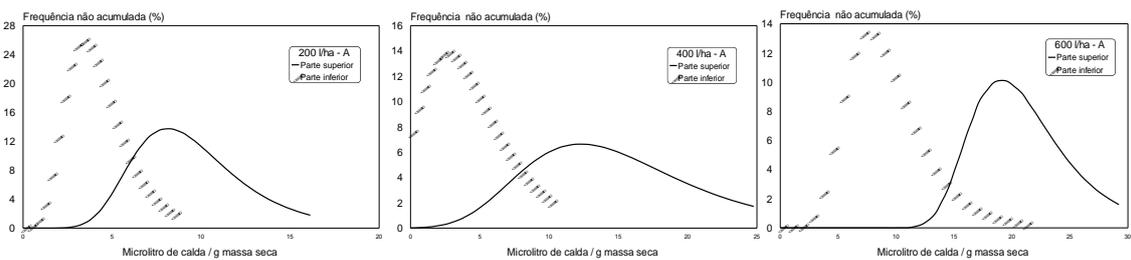


Figura 3 - Frequências não acumuladas em função da deposição do traçador na parte superior e inferior da planta, para diferentes volumes de pulverização, pontas XR.

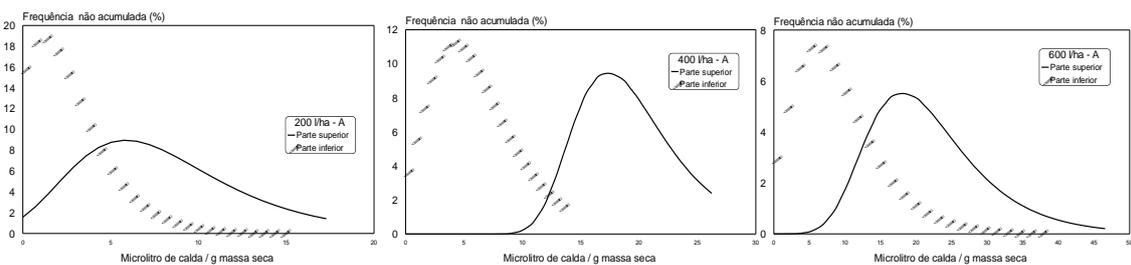


Figura 4 - Frequências não acumuladas em função da deposição do traçador na parte superior e inferior da planta, para diferentes volumes de pulverização, pontas TJ.

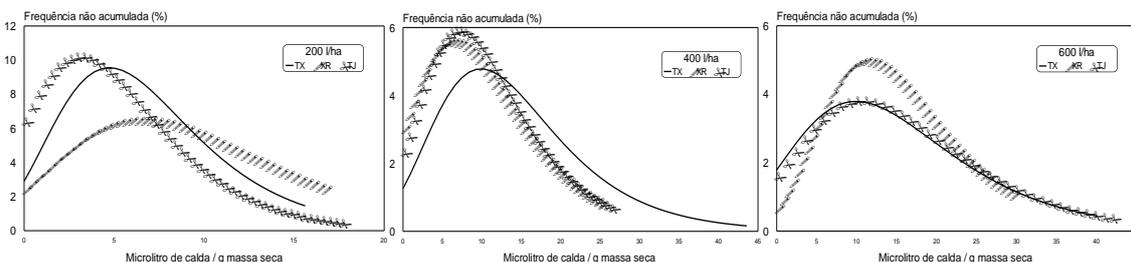


Figura 5 - Frequências não acumuladas em função da deposição do traçador na planta inteira, para os volumes de 200, 400 e 600 L ha⁻¹ de pulverização, pontas TX, XR e TJ.

Supressão da mancha bacteriana do pimentão pela rizobactéria *Bacillus methylotrophicus* GF266

Nadson de Carvalho Pontes¹; Miriam Fumiko Fujinawa¹; Adelmo Golynski¹ & Anselmo Afonso Golynski¹

¹Instituto Federal Goiano *Campus* Morrinhos, BR 153 km 633, Morrinhos, Goiás, Brasil. nadson.pontes@ifgoiano.edu.br

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de quatro isolados de *Bacillus* spp. no controle da mancha bacteriana, causada por *Xanthomonas euvesicatoria* em pimentão, por meio de aplicação foliar e via solo. Foram conduzidos dois ensaios em casa de vegetação. As plantas de pimentão utilizadas foram do híbrido Magali (Sakata Seeds). As mudas foram transplantadas aos 10 dias após o semeio, apresentando três folhas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições para cada tratamento, sendo constituídos em esquema fatorial de quatro isolados (GF266, GF6301, GF340 e GF203-01) em duas formas de aplicação, foliar e via solo. As aplicações foram realizadas aos 4, 11 e 19 dias após o transplantio. Para a inoculação, foi utilizado um isolado de *X. euvesicatoria*. Todas as plantas foram pulverizadas aos 16 dias após o transplantio, por meio da pulverização de suspensão bacteriana ($\sim 5 \times 10^8$ ufc/mL). A partir do aparecimento dos primeiros sintomas, as plantas foram avaliadas diariamente, observando-se o número de lesões por folha, no segundo par de folhas e a desfolha, por meio do número de folhas caídas. Com base nos resultados, o isolado de *Bacillus methylotrophicus*, aplicado via solo, apresentou um percentual de controle variando de 11% a 43%.

Palavras-chave: biocontrole, *Capsicum annuum*, *Xanthomonas euvesicatoria*.

Abstract

Suppression of the bacterial blotch of sweet pepper by rhizobacterium *Bacillus methylotrophicus* GF 266.

This study aimed to evaluate the efficiency of four isolates of *Bacillus* spp. in the control of bacterial spot, caused by *Xanthomonas euvesicatoria* in pepper by means of foliar application and in soil. Two tests were conducted in a greenhouse. They were used Magali hybrid pepper plants (Sakata Seeds). The seedlings were transplanted at 10 days after sowing, with three leaves. The experimental design was a randomized block with four replications for each treatment, being made in a factorial arrangement of four

isolates (GF266, GF6301, GF340 and GF203-01) in two application forms (leaf and in soil). The applications were made at 4, 11 and 19 days after transplanting. *X. euvesicatoria* was used for inoculation. All plants were sprayed at 16 days after transplanting, by spraying of bacterial suspension ($\sim 5 \times 10^8$ ufc/mL). From the onset of symptoms, the plants were evaluated daily, noting the number of lesions per leaf leaves per lesions (second pair of leaves) and the number of fallen leaves (defoliation). Based on the results, the isolated *Bacillus methylotrophicus*, applied in soil, presented a control percentage ranging from 11 % to 43 %.

Keywords: biocontrol, *Capsicum annuum*, *Xanthomonas euvesicatoria*.

Introdução

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) está entre as dez olerícolas mais consumidas no Brasil, sendo cultivada em todo o país. Embora observe-se melhoria dos sistemas de produção, as doenças são os principais empecilhos ao crescimento significativo na produtividade (Carvalho, 2013). Entre as principais doenças da cultura, está a mancha bacteriana (Silva et al., 2006).

A espécie *Xanthomonas euvesicatoria* é o principal agente causal da mancha bacteriana em pimentão (Areas, 2013). A doença afeta todos os órgãos aéreos das plantas, ocorrendo em qualquer estágio de desenvolvimento do pimentão (Carmo et al., 2001). Nas folhas, os sintomas iniciais são pequenas manchas com aspecto encharcado que, ao crescerem, se tornam pardas e depois necrosam, causando desfolha (Viana, 2007).

Para o controle químico da mancha bacteriana do pimentão no Brasil, são registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, produtos com os princípios ativos hidróxido de cobre e sulfato de cobre (Agrofit, 2017). Porém, vários trabalhos sugerem a baixa eficiência de produtos à base de cobre (Adaskaveg & Hine, 1985; Aguiar et al., 2000; Areas, 2013). O aparecimento de populações bacterianas resistentes aos princípios ativos é apontado como a principal causa dessa baixa eficiência.

O controle biológico é uma alternativa no manejo de doenças de plantas porque utiliza ingredientes biodegradáveis, seguros ao homem, seletivos a outros organismos e que não causam desequilíbrios quando comparados com os agrotóxicos (Lopes, 2009). Entre os gêneros mais usados em controle biológico, *Bacillus* spp. se sobressai por apresentar diversos mecanismos antagônicos, sendo a antibiose o principal modo de ação antagônica (Lanna Filho et al., 2010).

Entre as espécies do gênero *Bacillus*, *B. subtilis* está entre os antagonistas mais estudados e se destaca no controle de doenças do filoplano e em pós-colheita. *B. subtilis* inibe a germinação de esporos, o crescimento do tubo germinativo e micelial de fungos fitopatogênicos, podendo bloquear o ataque do patógeno à superfície foliar pela formação de uma zona de inibição ou por indução de resistência no hospedeiro (D'Agostino & Morandi, 2009).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de quatro isolados de *Bacillus* spp. no controle da mancha bacteriana em pimentão, por meio da aplicação foliar e via solo.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois ensaios em casa de vegetação, nos quais foram utilizadas plantas da cultivar híbrida Magali R (Sakata Sudameris), cujas mudas foram obtidas de viveiro comercial em estágio de desenvolvimento com 3 folhas. As mudas de pimentão

foram transplantadas aos 10 dias após o semeio. Foi colocada uma muda por vaso de 2 L, com substrato composto de terra de subsolo e areia, na proporção de 2:1. As plantas foram mantidas em casa de vegetação com irrigação automática por nebulização a cada 60 minutos durante 10 minutos. Aos 7 dias de cultivo, foi realizada adubação foliar com o produto comercial Ouro Verde[®]. Foi realizado tratamento fitossanitário para o controle de vaquinha (*Diabrotica speciosa*) com a aplicação de tiametoxam (Actara 250 WG[®], Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.) aos 7 e 14 dias de cultivo.

Para o tratamento das plantas foram utilizados isolados de *Bacillus* spp. obtidos junto ao Laboratório de Controle Biológico Farroupilha (quadro 1). As suspensões concentradas dos antagonistas foram preparadas seguindo os processos de produção massal realizados em escala comercial pelo laboratório. Ao final do processo, foram preparadas suspensões dos isolados GF266, GF6301, GF340 e 20301, cujas concentrações finais de unidades formadoras de colônia foram diferentes, consequência das diferenças entre os isolados quanto à velocidade de crescimento (quadro 1). Os tratamentos consistiram na aplicação de suspensão de cada um dos antagonistas ($\sim 1 \times 10^7$ ufc mL⁻¹) via solo e foliar (quadro 1), totalizando 8 tratamentos em esquema fatorial, sendo 4 isolados e 2 formas de aplicação. Em cada aplicação, independentemente de ter sido realizada via foliar ou via solo, foram aplicados 10 mL da suspensão do antagonista em cada planta. As aplicações foram realizadas aos 4, 11 e 19 dias após o transplantio. O tratamento controle consistiu apenas na aplicação de água nas plantas, na mesma quantidade fornecida aos demais tratamentos.

Para inoculação, foi utilizado um isolado de *X. euvesicatoria*. Todas as plantas foram pulverizadas aos 16 dias após o transplantio, por meio da pulverização de suspensão bacteriana ($\sim 5 \times 10^8$ ufc mL⁻¹). Após a inoculação, as plantas foram mantidas em condição de câmara úmida por 12 horas, por meio da cobertura com saco plástico umedecido. A partir do aparecimento dos primeiros sintomas, as plantas foram avaliadas diariamente, observando-se o número de lesões por folha no segundo par de folhas e a desfolha, contando-se o número de folhas lesionadas caídas. As avaliações foram realizadas até sete dias após o aparecimento dos primeiros sintomas. Calculou-se a área abaixo da curva de progresso do número de lesões (AACPNL) e da desfolha (AACPDF). Com base nestes valores, estimou-se o percentual de controle em relação à testemunha. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições para cada tratamento. As médias foram comparadas por meio do erro padrão.

Resultados e Discussão

Nos dois ensaios, o aparecimento dos primeiros sintomas da doença ocorreu aos 5 dias após a inoculação (fig. 1). Ao se observar o progresso da epidemia, tendo por base o número médio de lesões, uma menor severidade em relação à testemunha foi observada nos tratamentos com GF266 (solo), GF6301 (folha) e GF340 (solo e folha) (fig. 1A). No segundo ensaio, apenas o tratamento T5 (GF340 aplicado via solo) não proporcionou redução do número de lesões (fig. 1B). Quanto ao percentual de controle em relação à AACPNL (fig. 2), considerando-se os dois ensaios, os isolados GF266 e 2031 proporcionaram maior percentual de controle quando aplicados via solo. Por sua vez, a aplicação foliar foi mais eficiente para os isolados GF6301 e GF340.

Nos dois ensaios realizados, a desfolha teve início aos 8 dias após a inoculação (fig. 3). No ensaio 1 (fig. 3A), houve menor desfolha ao longo das avaliações nas plantas tratadas com GF266 via solo. No ensaio 2 (fig. 3B), após nove dias da inoculação, nenhum tratamento conseguiu reduzir o processo de desfolha, se comparados à testemunha. Ao se avaliar o percentual de controle em relação à

AACPFD nos dois ensaios (fig. 4), observam-se melhores resultados nos tratamentos com aplicação dos antagonistas via solo, com destaque para GF266.

Por ter apresentado um resultado satisfatório, mesmo sem aplicação direta sobre os tecidos afetados pelo patógeno, especula-se que o isolado GF266 de *B. methylotrophicus* apresentou um efeito sistêmico sobre a doença. A desfolha provocada pelo patógeno impede que a planta produza fotoassimilados importantes para o seu desenvolvimento (Costa et al., 2002), causando a redução do crescimento, e consequentemente, da produtividade e qualidade dos frutos. O isolado GF266 destacou-se pela eficiência em ambos os ensaios no que diz respeito à redução da desfolha.

Segundo Mariano *et al.* (2004), bactérias do gênero *Bacillus* são promotoras de crescimento de plantas e podem beneficiá-las diretamente e indiretamente. Na ação direta, promove o seu crescimento devido à produção de ácido cianídrico, antibióticos, competição por espaço e nutrientes, parasitismo, indução de resistência e proteção cruzada. No modo indireto, as bactérias agem como agentes de controle biológico de doenças de plantas, reduzindo a severidade do ataque de patógenos. A atuação como agentes de biocontrole de fitopatógenos pode ser resultante de competição por espaço e nutrientes na planta hospedeira, produção de compostos antimicrobianos e indução de resistência sistêmica (Silva & Bettiol, 2009).

Conclusão

Com base nos resultados, o isolado GF266 de *B. methylotrophicus*, aplicado via solo possui potencial para ser avaliado como agente de controle biológico da mancha bacteriana do pimentão, provavelmente por mecanismos indiretos de ação. Dessa forma, deverão ser realizados estudos sobre a capacidade do isolado GF266 como indutor de resistência ou promotor de crescimento.

Referências

- Adaskaveg, J.E & Hinel, R.B. 1985. Copper tolerance zinc sensitivity of Mexican strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, causal agent of bacterial spot of pepper. *Plant Disease* 69: 993-996.
- Agrofit. 2017. http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons
- Aguiar, L.A., Kimura, O., Castilho, A.M., Castilho, K.S.C., Ribeiro, R.L.D., Akiba F. & Carmo, M.G.F. 2000. Resistência ao cobre em isolados nacionais de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* de pimentão e tomateiro. *Agronomia* 34: 78-82.
- Alves, G.C.S., Santos J.M., Soares, P.L.M., Jesus, F.G., Almeida, E.J. & Thuler, R.T. 2011. Avaliação *in vitro* do efeito de rizobactérias sobre *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Pratylenchus zae*. *Arquivos do Instituto Biológico* 78: 557-564.
- Areas, M.S. 2013. Identificação e caracterização de *Xanthomonas euvesicatoria* de pimentão no Brasil. 2013. Universidade Estadual Paulista. 56 p. (Dissertação mestrado).
- Carmo, M.G.F., Macagnan, D. & Carvalho, A.D. 2001. Progresso da mancha-bacteriana do pimentão a partir de diferentes níveis iniciais de inóculo e do emprego ou não do controle com oxiclreto de cobre. *Horticultura Brasileira* 19: 210-215.
- Carvalho, R.C. 2013. Obtenção de híbridos de pimentão com resistência a múltiplos patógenos. 2013. Universidade Federal de Lavras. 58 p. (Dissertação mestrado).
- Costa, R.A., Rodrigues, R. & Sudré, C.P. 2002. Resistência genética à mancha bacteriana em genótipos de pimentão. *Horticultura Brasileira* 20: 86-89.

- Costa, M.J.N., Zambolim, L. & Rodrigues, F.A. 2007. Avaliação de produtos alternativos no controle da ferrugem do cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 32: 150-155.
- D'Agostino, F. & Morandi, M.A.B. 2009. Análise da viabilidade comercial de produtos à base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus pumilus* para o controle de fitopatógenos no Brasil. In: Bettiol, W. & Morandi, M.A.B. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. p. 300.
- Lanna Filho, R., Ferro, H.M. & Pinho, R.S.C. 2010. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas* 4: 12.
- Lopes, R.B. 2009. A indústria no controle biológico: produção e comercialização de microrganismos no Brasil. In: Bettiol, W. & Morandi, M.A.B. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. p. 26.
- Mariano, R.L.R., Silveira, E.B., Assis, S.M.P., Gomes, A.M.A., Nascimento, A.R.P. & Donato, V.M.T.S. 2004. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica* 1: 89-111.
- Mirik, M., Aysan, Y. & Çinar, O. 2008. Biological control of bacterial spot disease of pepper with *Bacillus* strains. *Turk J Agric For* 32: 381-390.
- Silva, H.S.A. & Bettiol, W. 2009. Microrganismos endofíticos como agentes de biocontrole da ferrugem do cafeeiro e de promoção de crescimento. In: Bettiol, W. & Morandi, M.A.B. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. p. 277.
- Viana, F.M.P., Freire, F.C.O. & Parente, G.B. 2007. Controle das principais doenças do pimentão cultivado nas regiões serranas do Estado do Ceará. *Comunicado Técnico 132*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical.

Quadro 1 - Descrição dos tratamentos utilizando os diferentes antagonistas aplicados via solo e via pulverização foliar.

Tratamento	Isolado	Aplicação	Espécie	Concentração do Produto Formulado (ufc mL ⁻¹)
1	GF266	SOLO	<i>B. methylotrophicus</i>	4,1 x 10 ⁹
2	GF266	FOLHA	<i>B. methylotrophicus</i>	4,1 x 10 ⁹
3	GF6301	SOLO	<i>B. subtilis</i>	4,5 x 10 ⁹
4	GF6301	FOLHA	<i>B. subtilis</i>	4,5 x 10 ⁹
5	GF340	SOLO	<i>Bacillus</i> sp.	5,8 x 10 ⁸
6	GF340	FOLHA	<i>Bacillus</i> sp.	5,8 x 10 ⁸
7	20301	SOLO	<i>B. amyloliquefaciens</i>	2,0 x 10 ⁹
8	20301	FOLHA	<i>B. amyloliquefaciens</i>	2,0 x 10 ⁹
9	TESTEMUNHA	ÁGUA		

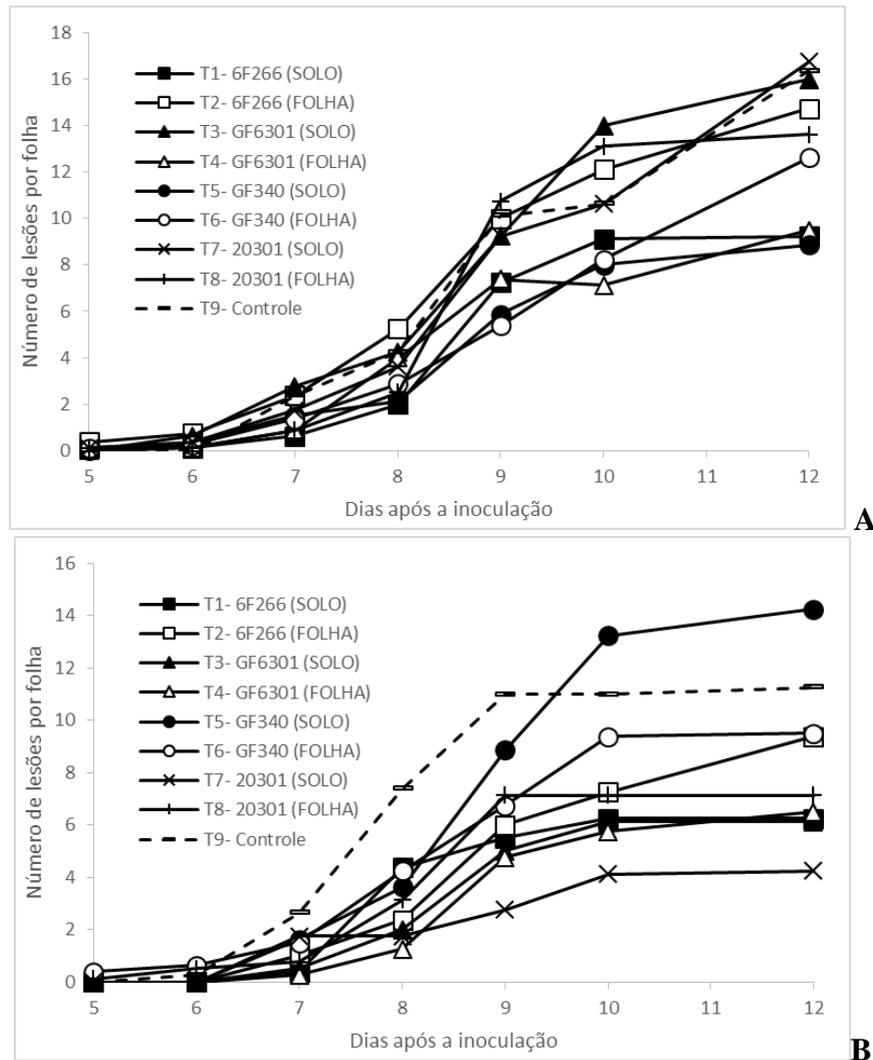


Figura 1 - Curvas de progresso do número médio de lesões por folha durante 12 dias após a inoculação em plantas de pimentão tratadas com *Bacillus* spp. em comparação com a testemunha não tratada no primeiro (A) e segundo (B) ensaios. As barras de erro correspondem ao erro padrão (n=4). (Progress curves of the average number of lesions per leaf during 12 days after inoculation on pepper plants treated with *Bacillus* spp. in comparison with the untreated control in the first (A) and second (B) assays. The error bars correspond to standard error (n=4)).

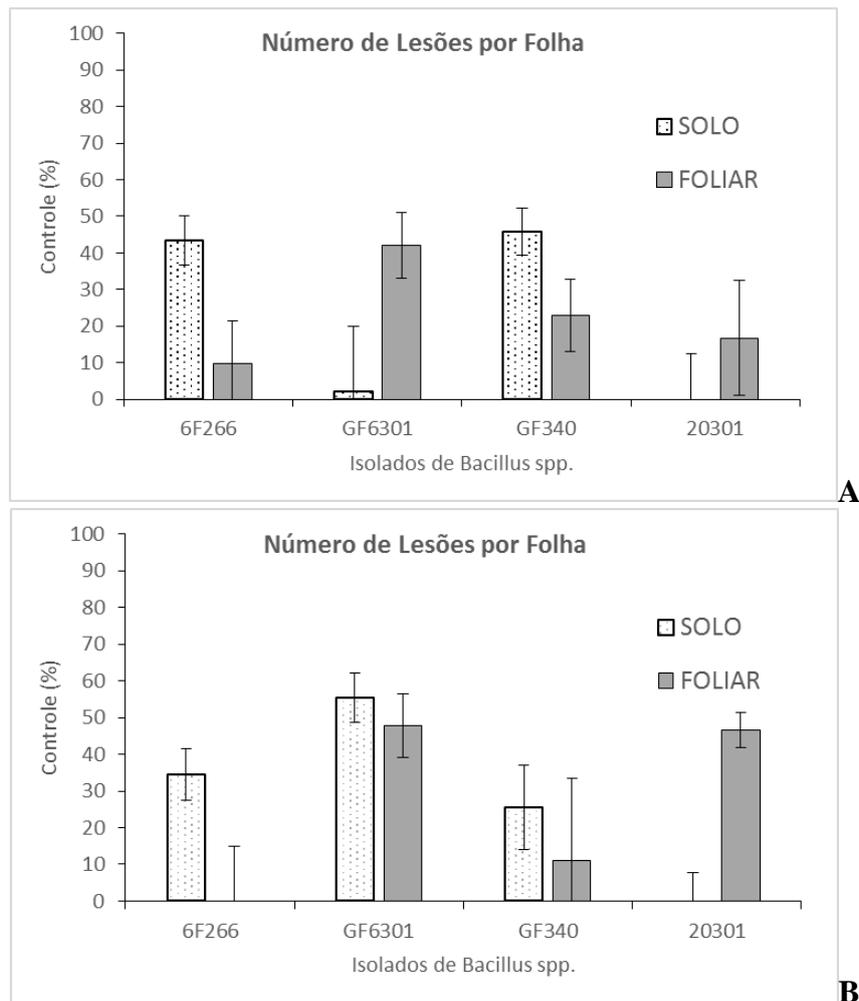


Figura 2 - Percentual de controle em relação ao número médio de lesões por folha após 12 dias da inoculação em plantas de pimentão tratadas com *Bacillus* spp. em comparação com a testemunha não tratada no primeiro (A) e segundo (B) ensaios. As barras de erro correspondem ao erro padrão (n=4). (Control percentage compared to the average number of lesions per leaf after 12 days of inoculation on pepper plants treated with *Bacillus* spp. in comparison with the untreated control in the first (A) and second (B) assay. The error bars correspond to standard error (n=4)).

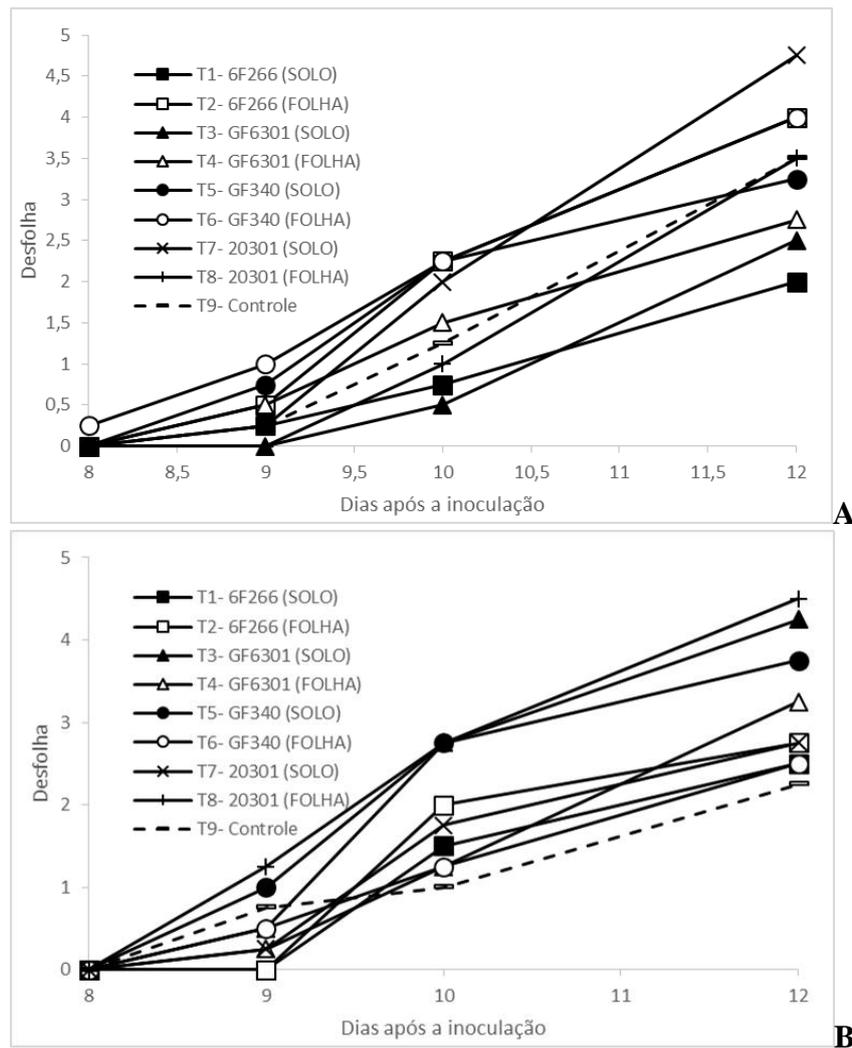


Figura 3 - Curvas de progresso da desfolha durante 12 dias após a inoculação em plantas de pimentão tratadas com *Bacillus* spp. em comparação com a testemunha não tratada no primeiro (A) e segundo (B) ensaios. As barras de erro correspondem ao erro padrão (n=4). (Defoliation of progress curves over the 12 days after inoculation on pepper plants treated with *Bacillus* spp. in comparison with the untreated control in the first (A) and second (B) assays. The error bars correspond to standard error (n=4)).

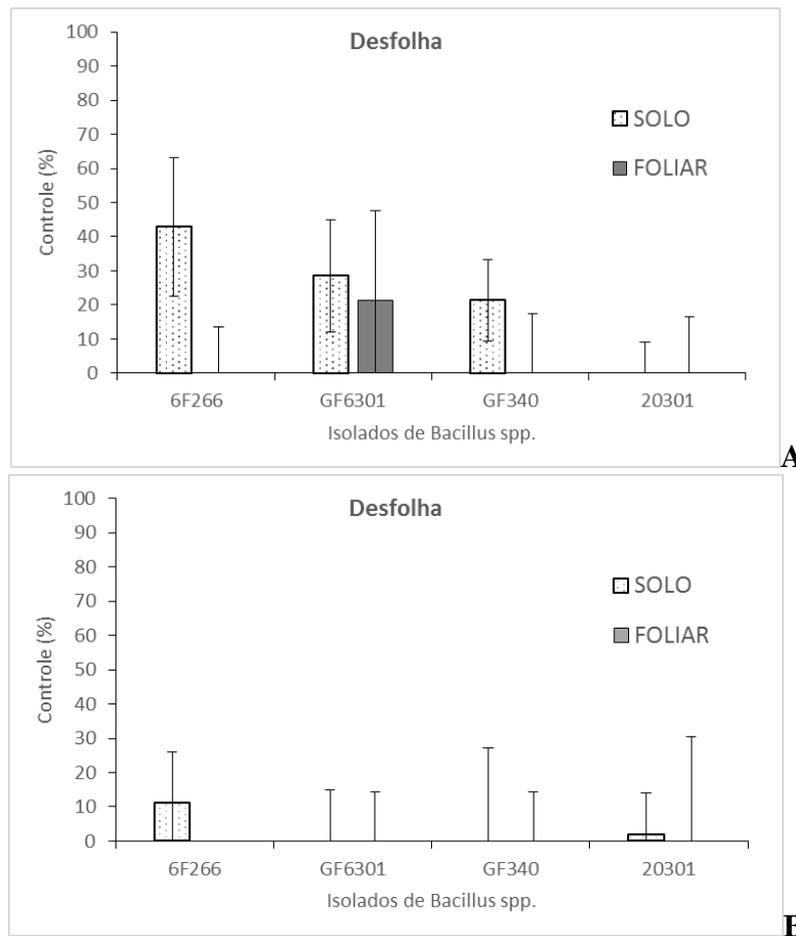


Figura 4 - Percentual de controle em relação à desfolha após 12 dias da inoculação em plantas de pimentão tratadas com *Bacillus* spp. em comparação com a testemunha não tratada no primeiro (A) e segundo (B) ensaios. As barras de erro correspondem ao erro padrão (n=4). (Percentage of control in the defoliation after 12 days of inoculation on pepper plants treated with *Bacillus* spp. in comparison with the untreated control in the first (A) and second (B) assays. The error bars correspond to standard error (n=4)).

Avaliação da resistência de cultivares de feijoeiro ao fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* em condições controladas

Fernando Santos¹, Isabel Mourão³, Sofia R. Costa^{2,3}, L. Miguel Brito³ & Luísa Moura³

¹Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, fernandojsantos93@gmail.com

²CBMA – Centro de Biologia Molecular e Ambiental, Departamento de Biologia, Universidade do Minho, Braga, Portugal, sofia.costa@esa.ipvc.pt

³Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, luisamoura@esa.ipvc.pt

Resumo

A doença da fusariose vascular do feijoeiro causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fop), causa prejuízos significativos em feijão de trepar produzido em estufa. Dado não existirem meios de luta eficazes, nem cultivares comerciais resistentes a este patógeno do solo, a estratégia mais viável passa pelo recurso à técnica da enxertia, utilizando como porta-enxerto cultivares que sejam resistentes/tolerantes a Fop. Este trabalho pretende avaliar a reação de cultivares de *Phaseolus* sp. a Fop, com o objetivo de identificar cultivares de feijoeiro-comum (*P. vulgaris*) e feijoeiro-comprido (*P. coccineus*) com potencial para utilização como porta-enxerto. A avaliação da resistência/suscetibilidade das cultivares de feijão de trepar foi realizada adaptando-se metodologias descritas para cultivares rasteiras de feijão. A progressão da doença causada pela estirpe portuguesa FA-15, e a suscetibilidade das cultivares, submetidas a inóculo de Fop durante 10, 30 e 60 minutos foram avaliadas ao longo dos 56 dias em condições controladas, através da determinação do índice de severidade da doença (1 a 9). Os resultados mostraram que nunca se verificou interação entre as cultivares de feijoeiro e o tempo de inoculação. Concluiu-se que durante 42 dias, o índice de severidade foi igual nas cultivares Sete Anos e White Emergo (*P. coccineus*), com uma média de $1,32 \pm 0,39$. As cultivares Tarrestre e Oriente (*P. vulgaris*) foram classificadas para o mesmo período de tempo, com índices de severidade superiores, sendo iguais entre si, e em média de $4,19 \pm 1,10$. No fim do ensaio (56 DAI) a cultivar Sete anos destacou-se das restantes, apresentando o menor índice de severidade de $4,78 \pm 1,10$, sendo classificada como tendo uma reação intermédia a Fop. No fim do ensaio, confirmou-se que as cultivares Tarrestre e Oriente têm grande suscetibilidade a Fop, apresentando os índices de severidade mais elevados de $8,22 \pm 0,16$ e $8,11 \pm 0,68$, respetivamente, o que as classifica como suscetíveis a Fop.

Palavras-chave: enxertia, fusariose vascular, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus vulgaris*.

Abstract

Resistance of common bean cultivars to *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* in controlled conditions.

Vascular fusariosis disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fop), results in high worldwide production losses of beans. As there are no effective control measures, nor commercial cultivars resistant to this soil pathogen, the most viable strategy is the grafting technique, using as rootstock cultivars that are resistant / tolerant to Fop. The present work aims to evaluate the reaction of cultivars of *Phaseolus* sp. to

Fop, using standard tests, with the objective of identifying common bean (*P. vulgaris*) and long-bean (*P. coccineus*) cultivars with potential for use as rootstock. The resistance/susceptibility of the green beans were carried out adapting the methodologies described for ground beans. Disease progression caused by the Portuguese FA-15 Fop strain, and the susceptibility of common bean submitted to Fop inoculum for 10, 30 and 60 minutes were evaluated over 56 days under controlled conditions by the determination of the of the disease severity index (1 to 9). The results showed that there was never any interaction between bean cultivars and inoculation time. During 42 days the disease severity index was equal for Sete anos and White Emergo (*P. coccineus*) cultivars (average of 1.32 ± 0.39). The cultivars Tarrestre and Oriente (*P. vulgaris*) presented higher severity indexes, being equal to each other (average of 4.19 ± 1.10). At the end of the experiment (56 DAI), cv. Sete anos was distinguished from the rest, presenting the lowest severity index of 4.78 ± 1.10 , being classified as having an intermediate Fop reaction. At the end of the test, it was confirmed that cv. Tarrestre and cv. Oriente are highly susceptible to Fop, presenting the highest severity indexes of 8.22 ± 0.16 and 8.11 ± 0.68 , respectively, classified as susceptible to Fop.

Key words: Grafting, vascular fusariosis, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus vulgaris*.

Introdução

O feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas produzidas em estufa com maior importância a nível mundial (20.3 Mt ano^{-1} ; FAO, 2011), sendo a sua produção generalizada na bacia mediterrânea. De acordo com dados do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2015), a produção nacional de feijão tem vindo a diminuir nos últimos anos, o que poderá estar relacionado com infeções causadas por vários agentes patogénicos, os quais, além de diminuírem a produtividade da cultura, diminuem a qualidade do produto obtido. Esta situação associada à produção continuada de feijão-verde em estufa para consumo em fresco, potencia a incidência de doenças de origem edáfica, como é o caso de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fop), responsável pela fusariose vascular do feijoeiro, causando perdas de produção elevadas em todo o mundo superiores a 30%-80%. A doença foi também assinalada em Portugal em feijão verde de estufa, nas regiões do Norte, Centro e região do Oeste, associada igualmente a prejuízos.

O género *Fusarium* é composto por espécies e *formae speciales* (f. sp.) de agentes etiológicos de muitas doenças que causam importantes perdas económicas em diferentes culturas, podendo ser espécies parasitárias vasculares altamente especializadas, como no caso de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Pereira, 2007). Fop infeta algumas espécies do género *Phaseolus*, principalmente *P. vulgaris* e *P. coccineus* (de Vega-Bartol et al., 2011), apresentando um ampla variabilidade patogénica, sendo a sua classificação feita por raças que estão relacionadas com as regiões geográficas. Contudo, não existe nenhuma distribuição homogénea das raças, nem uma só raça por região, uma vez que numa determinada região podem ser identificadas várias raças (Carbonell, 2015).

Uma vez introduzido no campo Fop é difícil de controlar, podendo persistir no solo durante muitos anos. Dado não existirem meios de luta eficazes contra este fungo do solo, o uso de cultivares resistentes ou tolerantes é a forma mais eficaz de controlar a doença (Bianchini et al., 1997). Neste contexto, uma das estratégias de proteção mais viável e promissora passa pelo recurso à técnica da enxertia, utilizando como porta-enxerto cultivares que sejam resistentes/tolerantes a Fop.

A enxertia de feijão-verde é pioneira na Europa, e esta tendência tem sido acompanhada ao nível da investigação, sendo já conhecidos resultados de vários estudos sobre o comportamento de diferentes porta-enxertos e sobre o seu efeito ao nível da produção e qualidade de feijão-verde e sobre a resistência a nemátodes *Meloidogyne* e *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* (Costa et al., 2016; Ferreira et al, 2016; Koren et al., 2017).

Com este trabalho pretendeu-se avaliar a resistência/suscetibilidade de cultivares de *Phaseolus* sp. a Fop, através da utilização de testes-padrão em condições controladas, com o objetivo de identificar cultivares de feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris*) e feijoeiro-comprido (*Phaseolus coccineus*) com potencial para utilização como porta-enxerto de feijoeiro.

Material e métodos

Foram realizados dois ensaios em vaso numa câmara de crescimento com condições controladas de temperatura (20-25 °C) e iluminação (fotoperíodo 16/8h), testando-se a reação das cultivares de *P. coccineus*: Aintree, White Emergo-Snowy e Sete anos, e as de cultivares de *P. vulgaris*: Tarrestre, Oriente, Bencanta e Rajado, a uma estirpe patogénica de Fop (FA-15), originalmente isolada em 2015 de plantas de feijão verde cv. Oriente, numa estufa de produção comercial (Costa et al., 2016).

O primeiro ensaio teve como principal objetivo estudar o tempo ideal para inoculação das plantas, e validar a escala de severidade da doença, adaptada para cultivares de feijão de trepar, a partir da descrita para cultivares de feijão rasteiro (Pastor-Corrales & Abawi, 1987; Abawi & Pastor-Corrales, 1990). O segundo ensaio teve como objetivo avaliar a reação de um maior número de cultivares de feijão, testadas nas mesmas condições das do primeiro ensaio. A metodologia de inoculação e a avaliação dos sintomas das plantas foram idênticas ao do primeiro ensaio, com um tempo de imersão das raízes de 30 minutos, considerado o mais adequado de acordo com os resultados obtidos no 1º ensaio.

No 1º ensaio utilizou-se um delineamento experimental de blocos completamente casualizados, com dois fatores: cultivares [(4 níveis: White Emergo-Snowy e Sete anos (*P. coccineus*) e Tarrestre e Oriente (*P. vulgaris*)] e tempo de inoculação [(3 níveis: 10, 30 e 60 minutos)]. Utilizaram-se seis repetições por tratamento, num total de 96 vasos. No 2º ensaio utilizou-se um delineamento experimental de blocos completamente casualizados com um fator: cultivares [(7 níveis: Aintree, White Emergo-Snowy” e Sete anos (*P. coccineus*), e Tarrestre, Bencanta, Rajado e Oriente (*P. vulgaris*) e seis repetições por tratamento, num total de 84 vasos. Nos dois ensaios a cultivar Oriente (*P. vulgaris*) foi utilizada como testemunha positiva, uma vez que foi desta cultivar que se obteve previamente o isolado patogénico FA-15.

As metodologias e avaliações realizadas foram baseadas em ensaios-padrão de resistência/suscetibilidade a Fop (Pastor-Corrales & Abawi, 1987; Abawi & Pastor-Corrales, 1990). As sementes foram desinfetadas por imersão numa solução de lixívia a 5%, pré-germinadas e transferidas para tabuleiros de polietileno desinfetados, contendo areia previamente esterilizada em autoclave durante 1 hora a 120 °C e mantidos na câmara de crescimento com temperatura de 28 °C. Sete dias após a germinação procedeu-se ao corte/inoculação das raízes durante 10, 30 e 60 minutos (1º ensaio) e durante 30 minutos (2º ensaio), por imersão numa suspensão de 10^6 conídios.mL⁻¹ de Fop FA-15, utilizando a metodologia descrita por Pastor-Corrales & Abawi, 1987 e Abawi & Pastor-Corrales (1990). As raízes de igual número de plantas de cada cultivar foram cortadas e colocadas durante os tempos referidos, em

água destilada esterilizada, constituindo a testemunha negativa, não inoculado com Fop. Para preparação de inóculo de Fop, discos de agar com micélio (aproximadamente 0,4 cm) retirado de uma cultura ativa da estirpe FA-15, foram repicados para meio PDA e incubados durante sete dias a 25 °C na ausência de luz. A massa de esporos foi removida com ajuda de semeador, adicionando-se 10 ml de água destilada esterilizada em cada placa. A suspensão obtida foi filtrada através de 4 camadas de gaze esterilizada para remoção de fragmentos de micélio e meio de cultura, e a concentração final foi ajustada a 10^6 conídios.mL⁻¹ utilizando a câmara de contagem de Neubauer (Alves-Santos et al., 2002).

As plantas inoculadas e as testemunha negativas foram transplantadas para vasos com cerca de 1 L de capacidade contendo uma mistura de turfa e perlite (3:1) autoclavada, colocando-se apenas uma planta por vaso. As plantas foram tutoradas individualmente e os vasos colocados aleatoriamente na câmara de crescimento e regados regularmente com água esterilizada.

Não estando definidas metodologias para avaliação da resistência/suscetibilidade de cultivares de feijão de trepar, adaptou-se a metodologia descrita para cultivares rasteiras de feijão (escala CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical) descrita por Pastor-Corrales e Abawi (1987). A progressão da doença causada pela estirpe portuguesa FA-15, e a suscetibilidade das cultivares, inoculadas com Fop foram avaliadas ao longo dos 56 DAI e 35 DAI após inoculação (Ensaio 1 e Ensaio 2 respetivamente) em condições controladas, através da determinação do índice de severidade da doença (1 a 9) (Quadro 1).

Para o isolamento do fungo a partir dos tecidos do caule utilizou-se a metodologia descrita por Leslie & Summerell (2006). Os isolamentos obtidos foram repicados até se obterem culturas puras, que foram conservadas em meio PDA a 4°C.

Os dados obtidos foram analisados com o programa SPSS for Windows 15.0. Realizaram-se análises fatoriais para avaliar o efeito dos tratamentos (cultivares e tempo de inoculação), através de análise de variância, à probabilidade de 5%. Os resultados significativos foram ainda comparados pelo teste de Duncan a 5%.

Resultados e discussão

Os resultados do 1º ensaio permitiram concluir que após inoculação das raízes de feijoeiros das cv. White Emergo-Snowy e Sete anos (*P. coccineus*), e Tarrestre e Oriente (*P. vulgaris*) durante 10, 30 e 60 minutos, o fungo penetrou nas raízes de todas as cultivares e colonizou internamente os tecidos vasculares do caule, originado o aparecimento de sintomas externos da doença, avaliados através da utilização da escala de severidade (Quadro 1).

Os resultados mostraram que nunca se verificou interação entre as cultivares de feijoeiro e os tempos de inoculação estudados. O tempo ideal de inoculação para a avaliação da resistência do feijoeiro a Fop de acordo com vários autores (Pastor-Corrales & Abawi (1987); Abawi & Pastor-Corrales, (1990); Alves-Santos, F.M. et al. (1999, 2002) pode ser de 5 minutos, 10 minutos (Costa et al., 1989; Henrique, 2012) ou 30 minutos (Ellena & Pappas (2002)). As metodologias utilizadas por estes autores referem-se a cultivares de feijão rasteiro, com características de crescimento muito diferentes das do feijão de trepar. Ensaio anteriores realizados durante 40 DAI (Costa et al., 2016; Martins, 2016) utilizando cultivares de feijão de trepar e a mesma estirpe de Fop usada no presente trabalho, mostraram que a inoculação das raízes durante 5 minutos, não levou à manifestação dos sintomas típicos da fusariose vascular. Apesar de no presente estudo o efeito do tempo de inoculação não ter sido estatisticamente

significativo, os resultados obtidos parecem indicar que o tempo mais adequado para cultivares de feijão de trepar é de 30 minutos.

Neste primeiro ensaio concluiu-se que durante 42 dias, o índice de severidade foi igual ($p < 0,05$) nas cultivares Sete anos e White Emergo (*P. coccineus*), com uma média de $1,32 \pm 0,39$. As cultivares Tarrestre e Oriente (*P. vulgaris*) foram classificadas para o mesmo período de tempo, com índices de severidade superiores, sendo iguais entre si ($p < 0,05$), e em média de $4,19 \pm 1,10$. No fim do ensaio (56 DAI) a cultivar Sete anos destacou-se das restantes, apresentando o menor índice de severidade de $4,78 \pm 1,10$, sendo classificada como tendo uma reação intermédia a Fop. No fim do ensaio do 1º ensaio, confirmou-se que as cultivares Tarrestre e Oriente têm grande suscetibilidade a Fop, apresentando os índices de severidade mais elevados de $8,22 \pm 0,16$ e $8,11 \pm 0,68$, respetivamente, o que as classifica como suscetíveis a Fop.

De acordo com vários autores (Pastor-Corrales Abawi, 1987; Salgado et al., 1993; Elena & Papas, 2002; Pereira et al., 2008, 2013), a escala de severidade utilizada (1-9) permite classificar as linhagens e cultivares de feijoeiro em: 1-3 – resistentes; 3,1-6 – intermédias; 6,1-9 – suscetíveis. Considerando esta metodologia, os resultados obtidos mostram que a cultivar Sete Anos parece não ser suscetível a Fop-FA-15, apresentando uma reação “intermédia”. A cultivar W. Emergo só manifesta suscetibilidade a Fop numa fase avançada do ciclo vegetativo, quando ocorre a plena floração da cultura. As cultivares Tarrestre e Oriente mostraram ser suscetíveis a Fop no início do ciclo vegetativo (28 DAI), salientando-se a suscetibilidade da cultivar Oriente, utilizada no ensaio com Testemunha positiva (Quadro 2).

Os resultados do re-isolamento de Fop a partir de caules de feijoeiro em laboratório, mostraram que foi possível isolar o fungo, sendo as colónias idênticas às da estirpe FA-15 inoculada.

No segundo ensaio a análise estatística dos resultados mostrou não existir diferenças significativas entre as cultivares de feijoeiro testadas. A análise dos resultados (Quadro 3) mostrou que considerando os resultados 35 DAI a cultivar Sete anos é considerada intermédia e as restantes (Oriente, W. Emergo, Tarrestre, Rajado, Bencanta e Aintree) são consideradas suscetíveis a Fop.

No decurso do ensaio, e de uma forma sistemática, sempre que morria uma planta, inoculada ou testemunha, estas eram retiradas da câmara de crescimento e transportadas para o laboratório, onde se procedia à análise e isolamento de Fop. Os resultados finais mostraram que de todas as plantas inoculadas com Fop, foi possível re-isolar o fungo, comprovando que a sintomatologia observada é devida à presença do patógeno nos tecidos de feijoeiro. Todas as plantas testemunhas analisadas em laboratório não permitiram o isolamento do agente patogénico.

Conclusões

Os resultados obtidos permitem concluir que, considerando a média do índice de severidade de todas as cultivares [(Aintree, White Emergo-Snowy e Sete anos (*P. coccineus*), Tarrestre, Oriente, Bencanta, Rajado e Oriente (*P. vulgaris*)] inoculadas com Fop-FA-15, ao longo das observações efetuadas durante 56 DAI e, considerando a escala de resistência/severidade adaptada para feijão verde de trepar (Quadro 1), as cultivares são resistentes a FOP durante 35 DAI, passando a ser intermédias e/ou suscetíveis durante o período em que ocorre a floração da cultura (Quadro 4). Esses resultados sugerem que a data de observação dos sintomas em feijão de trepar, sob condições controladas, deve ser numa fase do ciclo vegetativo mais avançada (para além de 21 DAI), quando as plantas estão em plena floração. Conclui-se ainda que, 35

DAI a cultivar Sete anos, uma cultivar portuguesa regional, é considerada intermédia e as restantes (Oriente, W. Emergo, Tarrestre, Rajado, Bencanta e Aintree) são consideradas susceptíveis a Fop. Como trabalhos futuros considera-se fundamental a realização de ensaios de campo para testar o (s) possível porta-enxerto (s), pois além das condições abióticas a que as plantas são submetidas, em situações de campo frequentemente as plantas estão expostas a mais que um agente patogénico e a outros fatores complexos que podem afetar os mecanismos de interação planta-patogénio.

Fusarium oxysporum f. sp. *phaseoli* infeta algumas espécies do género *Phaseolus*, principalmente *Phaseolus vulgaris* e *P. coccineus* (de Vega-Bartol *et al.*, 2011) estando descritas sete raças, que traduzem a variabilidade genética do patogénio. Para que a enxertia possa ser utilizada como uma estratégia eficaz no controlo da fusariose vascular do feijoeiro, e dado que as raças de Fop estão geograficamente bem definidas, é determinante conhecer a (s) raça (s) de Fop presentes em Portugal. Deste modo será possível estabelecer um programa de seleção de cultivares de porta-enxertos com resistência às raças a (s) raça (s) de Fop presentes em Portugal. Para tal será ainda necessário determinar qual a (s) raça (s) presentes no território português, de modo a direcionar com mais precisão este tipo de trabalho. Para que este conhecimento seja possível é determinante dispor de metodologias validadas para feijão de trepar, como as estudadas no presente trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e a Tecnologia e FEDER no âmbito do programa PT2020 pelo apoio financeiro ao CIMO (UID/AGR/00690/2013).

Referências

- Abawi, G.S. & Pastor-Corrales, M. A. 1990. Root rots of beans in Latin America and Africa: Diagnosis, Research Methodologies, and Management Strategies. CIAT Publication No. 35, Cali, Colombia. 114pp.
- Alves-Santos, F.M; Cordeiro-Rodrigues, L.; Sayagués, J.M.; Martín-Dominguez, R; García-Benavides, P.; Díaz-Mínguez, J.M. & Eslava, A.P. 2002. Pathogenicity and race characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* isolates from Spain and Greece. *Plant Pathology* 51:605-611.
- Bianchini, A., Maringoni, A.C. & Carneiro, S.M.T.P.G. 1997. Doenças do feijoeiro. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. *Agronomica Ceres* 2: 376-399.
- Costa, S.R., Martins, M.F., Mourão, I. & Moura, L. 2016. Avaliação da resistência de linhagens de feijoeiro ao nemátode *Meloidogyne javanica* e ao fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. . IV Colóquio Nacional de Horticultura Biológica. *Atas Portuguesas de Horticultura* 25: 143-149.
- De Vega-Bartol, J.J., Martín-Dominguez, R., Ramos, B., Garcia-Sanchez, M.-A. & Diaz-Minguez, J.M. 2011. New virulence groups in *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*: the expression of the gene coding for the transcription factor *ftf1* correlates with virulence. *Phytopathology* 101:470-479.
- Elena, K. & Papas A.C. 2002. Pathogenicity and vegetative compatibility of *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* in Greece. *Journal of Phytopathology* 150:495-499.
- FAO, 2011. FAOSTAT Agricultural Database, Available from: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageI%20D=567#ancor>
- Ferreira, A.L., Capitão, J.A. Mourão, I., Brito, L.M., Costa, S. & Moura, L. 2016. Avaliação da enxertia na cultura protegida de feijão-verde na região Litoral Norte. IV

- Colóquio Nacional de Horticultura Biológica. Atas Portuguesas de Horticultura, 25: 15-20.
- INE (2016). Estatísticas Agrícolas 2015. Lisboa: I.P. Edição, 2016.
- Koren, A.; Klein, E.; Dieleman, J.A.; Janse, J.; Rouphael, Y.; Colla, G. & Mourão, I. 2017. Practical applications and speciality crops. In: Vegetable Grafting: Principles and Practices. Eds. G. Colla, F. Pérez-Alfocea and D. Schwarz. CAB International, Oxfordshire, UK, 245-269.
- Leslie, J.F. & Summerell, B.A. 2006. The *Fusarium* laboratory Manual. Blackwell Publishing, 209 pp.
- Martins, M.F. 2016. Avaliação da resistência de linhagens de feijoeiro ao nemátode *Medoidogyne javanica* e ao fungo *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*. Dissertação de mestrado em Agricultura Biológica. Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, p. 68.
- Pastor-Corrales, M. A. & Abawi G. S. (1987). Reactions of selected bean germplasm to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Plant Dis. 71: 990-993.
- Pereira, M.J.Z., 2007. Resistência do feijoeiro a *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Tese de Doutoramento, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade de Lavras – MG, Brasil, 103 pp.
- Pereira, A.C., Cruz, M.F.A., Carneiro, J.E.S., Carneiro, P.C.S., Júnior, T.J.P.; Vieira, R.F. & Rodrigues, F.A. 201). Infection process of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* on resistant, intermediate and susceptible bean cultivars. Tropical Plant Pathology 38(4): 323-328.
- Salgado M.O., Schwartz, H.F. & Brick, M.A. 1995. Inheritance of resistance to a Colorado race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* in common beans. Plant Dis. 79:279-281.

Quadro 1 - Escala para avaliação da severidade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* em feijoeiro de trepar (Adaptado de Pastor-Corrales & Abawi, 1987).

Índice	Sintomas
1	Planta sem sintomas externos
3	25% de folhas com sintomas: leve murchidão (1-2 folhas), clorose e descoloração vascular do hipocótilo;
5	50% de folhas com sintomas: murchidão moderada e clorose das folhas/planta, e descoloração vascular extensa até ao primeiro nó;
7	75% de folhas com sintomas: murchidão severa e clorose das folhas/planta, e descoloração vascular por toda a haste e pecíolo;
9	Planta morta ou gravemente doente, com 100% da folhagem exibindo murchidão e clorose, necroses e/ou desfoliação prematura.

Quadro 2 - Média do índice de severidade das cultivares 7 Anos, W. Emergo, Tarrestre e Oriente inoculadas com Fop-FA-15. Classificação da resistência/susceptibilidade das cultivares 21, 28, 35, 42, 48 e 56 dias após inoculação (DAI). Para cada DAI, valores seguidos por letras iguais indicam que não existem diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Cultivar	Dias após inoculação (DAI)					
	21	28	35	42	49	56
Sete anos	1,11 b	1,33 b	1,44 b	1,44 b	1,67 c	4,78 b
W. Emergo	1,11 b	1,11 b	1,44 b	1,56 b	1,56 c	6,78 a
Tarrestre	2,56 a	3,78 a	4,33 a	4,89 a	5,33 b	8,22 a
Oriente	3,00 a	4,11 a	4,89 a	6,00 a	6,67 a	8,11 a
Classificação	Resistente		Intermédia		Suscetível	

Quadro 3 - Média do índice de severidade das cultivares 7 Anos, W. Emergo, Aintree, Tarrestre, Bencanta, Oriente e Rajado inoculadas com Fop-FA-15. Classificação da resistência/susceptibilidade das cultivares 21, 28 e 35 dias após inoculação (DAI). Para cada DAI, valores seguidos por letras iguais indicam que não existem diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Cultivar	Dias após inoculação (DAI)		
	21	28	35
Sete anos	1,30 a	1,33 a	4,67 a
W. Emergo	2,67 a	3,00 a	7,33 a
Aintree	1,33 a	3,00 a	7,33 a
Tarrestre	3,00 a	3,67 a	9,00 a
Oriente	1,67 a	3,67 a	9,00 a
Rajado	4,00 a	4,33 a	7,67 a
Bencanta	1,30 a	2,00 a	7,33 a
Classificação	Resistente	Intermédia	Suscetível

Quadro 4 - Média \pm desvio padrão (SD) do índice de severidade de todas as cultivares (Aintree, White Emergo-Snowy e Sete anos (*P. coccineus*), Tarrestre, Oriente, Bencanta, Rajado e Oriente (*P. vulgaris*) inoculadas com Fop-FA-15, 21, 28, 35, 42, 48 e 56 dias após inoculação (DAI) e classificação da resistência/susceptibilidade.

	DAI	Média \pm SD	Resistência/susceptibilidade a Fop
Floração	21	1,94 \pm 0,11	RESISTENTE
	28	2,58 \pm 0,14	RESISTENTE
	35	3,03 \pm 0,22	RESISTENTE
	42	3,47 \pm 0,21	INTERMÉDIA
	48	3,80 \pm 0,19	INTERMÉDIA
	56	6,92 \pm 0,29	SUSCEPTÍVEL

Qualidade microbiológica de hortaliças comercializadas em feiras livres do município de Unaí, MG, Brasil

Luisa S. F. Fernandes¹; Karielly A. Andrade¹; Thaís G. Xavier¹; Tania P. da Silva¹; Jaqueline L. Ribeiro²; Amanda M. S. Araújo¹; Luciane da C. Barbé¹; Débora R. Orlando¹; Getúlio N. Almeida¹ & Cláudia B. P. Bento¹

¹Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Unaí, MG, Brasil; luisasilvestref@gmail.com

²Universidade de Brasília, DF, Brasil; jaqueribeiro@unb.br

Resumo

No Brasil, as feiras livres constituem uma importante forma de comercialização de hortaliças folhosas, bem como artesanato e produtos que compõem a cultura brasileira em geral. O estudo objetivou avaliar a qualidade microbiológica de hortaliças comercializadas na feira livre de Unaí, MG, Brasil. Dos 16 feirantes que comercializavam hortaliças folhosas, cinco foram amostrados aleatoriamente. Foram analisadas alface (*Lactuca sativa*), couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e cheiro verde composto por salsa (*Petroselinum crispum*) e cebolinha (*Allium schoenoprasum*). As amostras foram encaminhadas para o LABLEITE, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. As análises microbiológicas realizadas foram: contagem de coliformes totais e termotolerantes, contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos, contagem de fungos filamentosos e leveduras e contagem de estafilococos coagulase positiva. As análises foram realizadas de acordo com a IN N° 62 de 26 de agosto de 2003 e os valores comparados com a RDC N° 12, de 02 de janeiro de 2001 do Ministério da Saúde. Todas as amostras apresentaram contagem de coliformes totais superiores a 1100 NMP g⁻¹ e 100% das amostras de alface, cheiro verde e couve apresentaram contagem de coliformes termotolerantes < 3 NMP g⁻¹. Os resultados de aeróbios mesófilos na alface foram de 1,83 x 10⁶ UFC g⁻¹, no cheiro verde 2,13 x 10⁶ UFC g⁻¹ e na couve 8,83 x 10⁵ UFC g⁻¹. Nenhuma amostra estava contaminada com *Staphylococcus* spp coagulase positiva. A contagem de fungos filamentosos e leveduras foi de 5,35 x 10⁵ UFC g⁻¹, 4,86 x 10⁵ UFC g⁻¹ e 4,43 x 10⁵ UFC g⁻¹ para as amostras de alface, cheiro verde e couve, respectivamente. Os resultados obtidos indicam que as hortaliças folhosas analisadas estão em conformidade com a legislação, estando aptas para o consumo humano.

Palavras-chave: *Staphylococcus* spp., *Lactuca sativa*, *Brassica oleracea* var. *acephala*, coliformes totais, coliformes termotolerantes.

Abstract

In Brazil, the street market constitute an important form of commercialization of leafy greens, as well as handcrafts and products that make up the Brazilian culture in general. The objective of this study was to evaluate the microbiological quality of vegetables marketed in the street market of Unaí, Minas Gerais, Brazil. Of the 16 marketer that traded leafy greens, five were randomly sampled. Lettuce (*Lactuca sativa*), Collard Greens (*Brassica oleracea* var. *acephala*) and a compound of parsley (*Petroselinum crispum*) and chives (*Allium schoenoprasum*) were analyzed. The samples were sent to LABLEITE, from the Faculty of Agronomy and Veterinary

Medicine, University of Brasília. The microbiological analyzes were: count of total and thermotolerant coliforms, counts of mesophilic aerobes strict and facultatives, count of filamentous fungi and yeasts, and counting of coagulase positive staphylococci. The analyses were performed according to IN N° 62 of August 26, 2003 and the values compared with RDC N° 12 of January 2, 2001 of the Ministry of Health. All samples had total coliform counts above 1100 MPN g⁻¹ and 100% of the lettuce, the compound of parsley and chives and Collard Greens samples had a thermotolerant coliform count < 3 MPN g⁻¹. The results of mesophilic aerobes on lettuce were 1.83 x 10⁶ CFU g⁻¹, 2.13 x 10⁶ CFU g⁻¹ the compound of parsley and chives and 8.83 x 10⁵ CFU g⁻¹ Collard Greens. No sample was contaminated with *Staphylococcus spp.* coagulase positive. Filamentous fungi and yeast counts were 5.35 x 10⁵ CFU g⁻¹, 4.86 x 10⁵ CFU g⁻¹ and 4.43 x 10⁵ CFU g⁻¹ for the lettuce, the compound of parsley and chives and Collard Greens samples, respectively. The obtained results indicate that the analyzed leafy greens are in compliance with the legislation, being suitable for human consumption.

Keywords: *Staphylococcus spp.*, *Lactuca sativa*, *Brassica oleracea* var. *acephala*, total coliforms, thermotolerant coliforms.

Introdução

As feiras livres são consideradas uns dos locais mais tradicionais de comercialização de alimentos diretamente ao consumidor, possuindo mobilidade dentro de áreas urbanas. Elas exercem importante papel na consolidação econômica e social, especialmente da agricultura familiar (Paulino et al., 2015). Contudo, é constante a preocupação e o cuidado devido as deficiências higiênico-sanitárias (Zonta et al., 2013).

Estudos sugerem que a transmissão de alguns agentes infecciosos e parasitários ao homem ocorra através da ingestão de hortaliças ao natural, advindas de áreas cultivadas e contaminadas por fezes de animais e do próprio homem (Silva et al., 2016). A contaminação das hortaliças ainda na horta pode ocorrer através da irrigação com água contaminada por material fecal humano (*Escherichia coli*, *Aeromonas*, parasitas intestinais e *Salmonella*), adubos orgânicos sem o devido tempo de compostagem, solo contaminado, presença de animais silvestres ou domésticos, no momento da colheita, transporte e/ou comercialização (Abreu et al., 2010; Arbos et al., 2010; Shinohara et al., 2014; Garcia et al., 2015).

Contaminações desde o cultivo até a comercialização podem ocorrer por coliformes termotolerantes como *E. coli*, *Shigella*, *Salmonella*, esporos de *Bacillus cereus* e *Clostridium botulinum* (Scherer et al., 2016). Dentre o grupo dos coliformes termotolerantes, a *Escherichia coli* é a bactéria de maior relevância. Alguns dos seus sorotipos podem desencadear sintomas de diferentes gravidades e doenças como gastroenterite, infecção urinária e cistites (Elpo et al., 2004).

Na pós-colheita, tanto o contato humano quanto o mecânico são os maiores causadores de contaminação e, portanto, a higiene de manipuladores, equipamentos e utensílios são de suma relevância no processamento das hortaliças. Quanto menor o tempo entre a colheita e o processamento, no caso de produtos minimamente processados, melhor a qualidade do produto ofertado e maior sua vida útil (Garcia et al., 2015).

A RDC N° 12, 2 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001), legislação brasileira que estabelece limites microbiológicos para hortaliças *in natura*, tem como limite aceitável até 10² NMP g⁻¹ para coliformes termotolerantes e ausência total de *Salmonella sp.*, devido a sua ação invasiva no intestino humano ao aderir na mucosa intestinal. No

entanto, a resolução não estabelece limites para coliformes totais, que são indicadores das boas práticas de higienização de equipamentos e utensílios utilizados na elaboração dos produtos (Zonta et al., 2013)

A contaminação por coliformes termotolerantes é um indicativo de contaminação fecal, podendo-se presumir que há contaminação por *Escherichia coli*. Essas bactérias, quando em grandes quantidades, provocam intoxicações alimentares e diminuição da *shelf life* do produto (Teixeira et al., 2013; Silva et al., 2015).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica de alface, couve e cheiro verde (cebolinha e salsa) comercializados nas feiras livres de Unaí, MG, Brasil.

Material e Métodos

Foram utilizadas amostras de alface, couve e cheiro verde (cebolinha e salsa) coletadas na feira livre da cidade de Unaí, MG, Brasil. São cinco as feiras livres na cidade, porém somente a feira que ocorre aos sábados possui um número expressivo de feirantes que comercializam hortaliças folhosas. Das 68 barracas presentes na feira de sábado, 16 comercializam hortaliças folhosas e, dentre elas cinco foram amostradas aleatoriamente. Foram coletadas amostras de alface (*Lactuca sativa*), couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e cheiro verde composto por salsa (*Petroselinum crispum*) e cebolinha (*Allium schoenoprasum*), em dois sábados consecutivos entre os dias 13 e 20 de Maio de 2017, totalizando 30 amostras (5 barracas x 3 produtos x 2 coletas).

As amostras foram coletadas asépticamente e encaminhadas refrigeradas para o Laboratório de Análises de Leite e Derivados (LABLEITE), da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília (UnB).

Para a realização das análises microbiológicas foram realizadas diluições seriadas decimais até 10^{-3} e submetidas às análises para contagem de coliformes totais, coliformes termotolerantes, contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e contagem de fungos filamentosos e leveduras.

Contagem de coliformes totais e coliformes termotolerantes

As determinações de coliformes totais e coliformes termotolerantes foram realizadas utilizando a técnica dos tubos múltiplos, em triplicata. Inicialmente, foi inoculado 1,0 mL em três séries de três tubos, utilizando as diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} e feita a confirmação da presença de coliformes totais em Caldo Bile Verde Brilhante 2% Lactose (CBVBL) incubados a $35^{\circ}\text{C} \pm 1$ por 48 horas. Alíquotas de 0,3 mL de amostra foram semeadas em tubos contendo caldo EC para enumeração de coliformes termotolerantes e incubados a $44,5^{\circ}\text{C} (\pm 0,5^{\circ}\text{C})$ por 48 horas em banho-maria com agitação. Os resultados obtidos foram representados numericamente segundo a tabela de Número Mais Provável (NMP g^{-1}), conforme Anexo III da Instrução Normativa 62/2003, do Ministério da Agricultura (Brasil, 2003).

Contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos

A contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos foi realizada de acordo com o preconizado pelo American Public Health Association (APHA, 1992), por meio da técnica *pour plate*. Alíquotas de 1,0 mL das diluições 10^{-1} a 10^{-3} foram plaqueadas em Ágar Padrão para Contagem (PCA) em duplicata. As placas foram incubadas a 35°C por 48 horas. Os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por grama (UFC g^{-1}).

Contagem de *Staplylococcus coagulase positiva*

A contagem de *Staplylococcus* ssp. *coagulase positiva* foi realizada pela técnica *spread plate*. Inoculou-se 0,1 mL das diluições 10^{-1} a 10^{-3} em Ágar Baird-Parker, e incubou-se a 35°C por 48 h. As colônias características foram selecionadas e submetidas aos testes de coloração diferencial de Gram, catalase e coagulase positiva (Silva et al., 2007). Os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por grama (UFC g^{-1}).

Contagem de fungos filamentosos e leveduras

A contagem de fungos filamentosos e leveduras foi realizada pela técnica *spread plate*. Inoculou-se 0,1 mL das diluições 10^{-1} a 10^{-3} , em placa contendo 15 mL de Ágar batata dextrose (BDA) acidificado com ácido tartárico a 10% (pH = 4,0) e incubou-se a 25°C por 5 dias. Os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por grama (UFC g^{-1}).

Resultados e Discussão

Dentre as amostras analisadas, todas apresentaram contagem de coliformes totais superiores a 1100 NMP g^{-1} (quadro 1). Não existem valores de referência para coliformes totais na legislação brasileira (RDC N° 12 de janeiro de 2001), porém valores elevados destes microrganismos indicam condições inadequadas de higiene do produto, da forma de processamento ou mesmo do local de armazenamento (Silva et al., 2010).

Scherer et al. (2015) afirma que a irrigação de folhosas com águas contaminadas por elevados índices de coliformes pode ser responsável por esta contaminação e pela manutenção e expansão destes microrganismos no solo. Em estudo realizado por Santos et al. (2010), alfaces cultivadas em sistema orgânico e convencional apresentaram maior contaminação microbiana que as cultivadas em sistema hidropônico, o que pode ser justificado pelo contato com o solo que ocorre no sistema orgânico e convencional, que é uma considerável fonte de contaminação microbiana bem como o uso de esterco bovino em ambos os cultivos.

Todas as amostras de alface, couve e cheiro verde apresentaram resultados para coliformes termotolerantes < 3 NMP g^{-1} , valor inferior ao preconizado pela legislação vigente que estabelece o limite máximo de 100 NMP g^{-1} . A presença de coliformes termotolerantes em alimentos é um indicativo de possível contaminação fecal, em outros termos, sugere condições higiênico-sanitárias inadequadas (Scherer et al., 2015). Nascimento et al. (2012), encontrou valores dez vezes maior para coliformes termotolerantes em cebolinhas comercializadas nas feiras livres de Limoeiro do Norte – CE do que as comercializadas em supermercados no mesmo município. Jensen et al. (2015), afirma que uma das formas de entrada de coliformes termotolerantes na cadeia alimentar se dá através da utilização de águas contaminadas e a ausência de padrão sanitário no manuseio, transporte e pós-colheita das hortaliças, agravado ao fato de que estas são consumidas cruas. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução N° 20, de 18 de junho de 1986 estabelece que a água de irrigação de hortaliças consumidas cruas deve ser livre de coliformes fecais (Brasil, 1986).

Segundo Costa et al. (2012), a contaminação por estes microrganismos é um indicativo da qualidade do solo e da água utilizados no manejo de hortaliças independentemente do tipo de cultivo. De acordo com Zonta et al. (2013), a falta de conhecimentos sobre a manipulação de alimentos, boas práticas de fabricação, armazenamento e conservação de alimentos, presença de lixo e insetos no local de

venda, acondicionamento inadequado dos produtos pode influenciar diretamente na qualidade microbiológica dos produtos comercializados nas feiras.

A contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos na alface, couve e cheiro verde foi de $1,83 \times 10^6$ UFC g^{-1} , $8,83 \times 10^5$ UFC g^{-1} e $2,13 \times 10^6$ UFC g^{-1} , respectivamente (quadro 2). As altas contagens de mesófilos sugerem que os alimentos foram acondicionados em condições insatisfatórias de tempo e temperatura ou que o seu processamento foi inadequado no tocante à higiene (Casaril et al., 2017). Além disso, o armazenamento não refrigerado de frutas e hortaliças intensifica processos naturais como a respiração e transpiração (Chitarra & Chitarra, 2005), ocasionando amolecimento dos tecidos, tornando-os suscetíveis a alterações da cor e sabor, bem como às deteriorações (Evangelista et al., 2009).

A contagem de fungos filamentosos e leveduras foi $5,35 \times 10^5$ UFC g^{-1} , $4,86 \times 10^5$ UFC g^{-1} e $4,43 \times 10^5$ UFC g^{-1} para as amostras de alface, cheiro verde e couve, respectivamente (quadro 3). A legislação brasileira não estabelece limites para contagem padrão em placas para aeróbios mesófilos e fungos filamentosos e leveduras nas frutas e vegetais frescos ou preparados (Brasil, 2001), pois tais microrganismos compõem a microbiota normal e possuem baixa correlação com a qualidade e a segurança da matéria-prima vegetal (Santos et al., 2010). Entretanto, esta microbiota é responsável pela deterioração de frutas e hortaliças (Santos et al., 2010). Sabe-se também que tais produtos minimamente processados são, de forma geral, mais perecíveis do que as matérias-primas devido à presença de tecidos lesados e maior umidade nas embalagens fechadas (Santos et al., 2010).

Segundo Abreu et al. (2010), a contaminação nas hortas é significativamente menor, em relação aos demais pontos de venda, já que estas são o ponto inicial da cadeia, uma vez que, constantes manipulações aumentam as possibilidades de contaminação. Rocha et al. (2014), afirmam que lesões causadas às hortaliças aceleram o metabolismo e, por consequência elevam a taxa respiratória e aumentam a velocidade de deterioração. Estes fenômenos ocorrem devido ao fato de que superfícies danificadas aumentam a disponibilidade de nutrientes para o crescimento microbiano (Rocha et al., 2014)

Por fim, nenhuma amostra estava contaminada com *Staphylococcus* spp coagulase positiva (quadro 3) que, de acordo com Casaril et al. (2017), possivelmente são transferidos aos alimentos através de manipulação e temperatura de refrigeração inadequadas.

Diante disso, para obtenção de um produto vegetal de melhor qualidade, deve-se seguir procedimentos adequados desde o cultivo até a comercialização. Dentre eles, higienização das hortaliças antes do consumo, incluindo a retirada das sujidades superficiais com água de boa qualidade microbiológica e a remoção das folhas velhas, com más formações ou com danos mecânicos (Garcia et al., 2015). Em seguida, as hortaliças devem passar por um processo de sanitização, que pode ser com solução de hipoclorito a 200 mg kg^{-1} por 15 minutos. Essa etapa, possivelmente, diminui a níveis seguros a contaminação microbiana colocando as hortaliças em conformidade com a legislação (Costa et al., 2012; Moreira et al., 2013).

Conclusão

Os valores para contagem de coliformes totais foram superiores a 1100 NMP g^{-1} em todas as amostras. A totalidade das amostras de alface, cheiro verde e couve atenderam à legislação vigente quanto à presença de coliformes termotolerantes. Não foi encontrado em nenhuma das amostras o *Staphylococcus aureus*.

Os resultados obtidos indicam que hortaliças (alface, cheiro verde e couve) comercializadas nas feiras livres de Unaí, MG, Brasil, estão em conformidade com a legislação vigente, estando aptas para o consumo humano sem apresentar risco à saúde dos consumidores.

Agradecimentos

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pelo apoio financeiro. À Pro-Reitoria de Extensão e Cultura (PROEXC-UFVJM). Ao LABLEITE da FAV, Universidade de Brasília.

Referências

- Abreu, I.M.O., Junqueira, A.M.R., Peixoto, J.R. & Oliveira, S.A. 2010. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30:108-118.
- American Public Health Association. 2001. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 2nd ed. Washington, DC 914p.
- Arbos, K.A., Freitas, R. J. S., Stertz, S.C. & Carvalho, L.A. 2010. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30(1):215-220.
- Brasil 2001. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução N° 12. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2001.*
- Brasil 2003. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Instrução normativa N° 62, de 26 de agosto. Brasília: *Diário Oficial da União, 18/09/2003.*
- Brasil, 1986. Resolução CONAMA n° 20, de 18 de junho de 1986. (Publicação - *Diário Oficial da União - 30/07/1986*)
- Casari, K.B.P.B., Bento, C.B.P., Henning, K., Pereira, M. & Dias, V.A.D. 2017. Qualidade microbiológica de salames e queijos coloniais produzidos e comercializados na região sudoeste do Paraná. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)* 7(2):75-85.
- Chitarra, M.I.F. & Chitarra, A.B. 2005. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: FAEPE, 2ed. 783p.
- Costa, E.A., Figueiredo, E.A.T., Chaves, C.S., Almeida, P.C., Vasconcelos, N.M., Magalhães, I.M.C., Moraes, A.F. & Paixão, L.M.N. 2012. Evaluation of microbiological lettuces (*Lacuta sativa* L.) conventional and organic and efficiency of two cases of sanitation. *Alimentos e Nutrição Araraquara* 23(3):387-392.
- Elpo, E.R.S., Negrelle, R.R.B. & Gomes, E.C. 2004. Avaliação da qualidade microbiológica do gengibre “in natura” comercializado na região metropolitana de Curitiba, PR. *Visão Acadêmica* 5(2):139-146.
- Evangelista, R.M., Vieites, R.L., Castro, P.S. & Rall, V.L.M. 2009. Qualidade de couve-chinesa minimamente processada e tratada com diferentes produtos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 29(2):324-332.
- Garcia, P.C.T.V., Oliveira, C.R.A., Coelho, H.D.S., Villas Boas, M.B., Bueno, M.B. & Fortes, R.C. 2015. Contaminação microbiana em vegetais minimamente processados. *Journal of the Health Sciences Institute* 33(2):185-92.
- Jensen, D.A., Friedrich, L.M., Harris, L.J., Danyluk, M.D. & Schaffner, D.W. 2015. Cross contamination of *Escherichia coli* O157:H7 between lettuce and wash water during home-scale washing. *Food Microbiology* 46:428-43

- Moreira, I.S., Souza, F.C., Santos, F.M., Feitosa, M.K.S.B. & Marques, L.F. 2013. Eficiência de soluções antimicrobiana na desinfecção de alface tipo crespa comercializada em feira livre. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 8(2):171-177.
- Nascimento, P.N., Souza, J.P.C., Silva, J.S.S., Almeida, M.R., Carvalho, L.L. & Souza, G.C. 2012. Análise microbiológica de cebolinha (*Allium fistulosum*) comercializada em supermercado e na feira livre de Limoeiro do Norte-CE. VII CONNEPI 2012.
- Paulino, E.J., Dias, J.V.L., Murta, N.M.G., Morais, H.A. & Pires, H.H. 2015. Comércio de alimentos em uma feira livre de um município no Alto Jequitinhonha, Minas Gerais. *Revista Desenvolvimento Social* 14(1):53-67.
- Rocha, G.G., Miyagi, A.M.C., Guimarães, L.I., Cardoso, V.L., Matias, A.C.G. & Abreu, E.S. 2014. Qualidade microbiológica de couve manteiga (*Brassica oleracea*) minimamente processada comercializada em São Paulo, Brasil. *Revista Univap* 20(36):47-53.
- Santos, T.B.A., Silva, N., Junqueira, V.C.A. & Pereira, J.L. 2010. Microrganismos indicadores em frutas e hortaliças minimamente processadas. *Brazilian Journal of Food Technology* 13(2):141-146.
- Scherer, K., Eichelberg, G., Stulp, S. & Sperotto, R.A. 2015. Avaliação bacteriológica e físico-química de águas de irrigação, solo e alface (*Lactuca sativa* L.). *Revista Ambiente & Agua* 11(3):665-675.
- Shinohara, N.K.S., Lima, T.B.N., Siqueira, L.P., Pereira, J.A.P. & Padilha, M.R.F. 2014. Avaliação da qualidade microbiológica de alfaces (*Lactuca sativa*) comercializadas em feiras livres e supermercados do Recife, Brasil. *Revista Eletrônica "Diálogos Acadêmicos"* 06(1):102-112.
- Silva Junior, E.A. 2007. Manual de controle higiênico sanitário em serviços de alimentação. São Paulo: Varela, 623p.
- Silva, A.A.V., Costa, A.F.M., Freitas, R.M.S., Santos, B.S.V., Lourenço, A.L.N., Malta, A.S., Fireman, A.L., Ferrreira, D.S., Rohrig, L., Santos, S.C., Noé, P.V.R., Silva, C.H.B., Souza, E.C. & Rocha, T.J.M. 2015. Parasitos intestinais e bactérias do grupo coliformes. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada* 36(4):525-529.
- Silva, A.S., Silva, I.M.M., Rebouças, L.T., Almeida, J.S., Rocha, E.V.S. & Amor, A.L.M. 2016. Análise parasitológica e microbiológica de hortaliças comercializadas no município de Santo Antônio de Jesus, Bahia (Brasil). *Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia* 4(3):77-85.
- Silva, N., Junqueira, V.C.A., Silveira, N.F.A., Taniwaki, M.H., Santos R.F.S. & Gomes R.A.R. 2010. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água.** São Paulo: Varela, 624p.
- Zonta, G., Souza, D.C., Costa, M.R., Bonesi, G., Costa, R.G., Alegro, L.C.A. & Santana, E.H.W. 2013. Qualidade microbiológica de produtos cárneos e lácteos comercializados em feiras livres de Arapongas-PR. *Revista UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde* 15:377-383.

Quadro 1 - Número mais provável (NMP g⁻¹) de coliformes totais e coliformes termotolerantes em amostras de hortaliças comercializados em feiras livres de Unaí, MG – Brasil.

Hortaliças	Coliformes totais (NMP g ⁻¹)	Coliformes termotolerantes (NMP g ⁻¹)
Alface	> 1100	3,06
Cheiro verde	> 1100	3,70
Couve	> 1100	3,32

Quadro 2 - Contagem de mesófilos aeróbios (UFC g⁻¹) e de fungos filamentosos e leveduras (UFC g⁻¹) em amostras de hortaliças comercializados em feiras livres de Unaí, MG – Brasil.

Hortaliças	Mesófilos aeróbios (UFC g ⁻¹)	Fungos filamentosos e leveduras (UFC g ⁻¹)
Alface	1,83 x 10 ⁶	5,34 x 10 ⁵
Cheiro verde	2,13 x 10 ⁶	1,0 x 10 ⁶
Couve	8,73 x 10 ⁵	4,43 x 10 ⁵

Quadro 3 - Contagem de *Staphylococcus* ssp. (UFC g⁻¹) coagulase positiva e negativa em amostras de hortaliças comercializados em feiras livres de Unaí, MG – Brasil.

Hortaliças	<i>Staphylococcus</i> ssp. (UFC g ⁻¹)	Análise de coagulase
Alface	2,32 x 10 ⁴	Negativo
Cheiro verde	1,09 x 10 ⁵	Negativo
Couve	3,2 x 10 ⁴	Negativo

Avaliação agronómica de acessos portugueses de coentro tendo a cultivar brasileira Santo como testemunha

Orlanda M. Póvoa, Noémia V. Farinha, C. Pereira & S. Farinho

Instituto Politécnico de Portalegre, Escola Superior Agrária de Elvas, Elvas, Portugal,
nfarinha@esaelvas.pt

Resumo

Integrado no processo de seleção de coentro (*Coriandrum sativum* L.), a partir de germoplasma português, colhido no Alentejo, este trabalho tem como objetivo efetuar a avaliação agronómica dos acessos em seleção, tendo como uma das testemunhas, a cultivar Santo, de origem brasileira. Os ensaios foram realizados nos anos agrícolas de 2014/2015 e 2015/2016 e decorreram nas instalações do INIAV, Polo de Elvas. Foram avaliados seis acessos tradicionais (Cs1, Cs9, Cs13, Cs16, Cs32 e Cs28), um acesso assilvestrado (Cs31), uma cultivar comercial portuguesa (TP) e uma cultivar de comercial de origem brasileira (Santo). As parcelas em avaliação tinham 1m x 1m e o delineamento foi em blocos casualizados com 4 repetições. Foi avaliada a produção de biomassa em verde em 0,25 m² e após secagem a 105 °C durante 24 h, quando a maioria dos acessos tinha atingido o máximo de folhas basais. No final do ciclo foi avaliada a produção de frutos na área onde foi efetuado o corte prévio para avaliação da produção de biomassa vegetativa (0,25 m²) e nos 0,75 m² restantes, onde não foi efetuado qualquer corte prévio de biomassa. Foram avaliados ainda a data de floração, o estado de desenvolvimento na data do corte (usando a escala BBCH), a percentagem de solo coberto por plantas ao 1º corte e a altura das plantas na maturação. Os resultados obtidos indicam que o acesso com maior produção de biomassa vegetativa, foi o CS13 em ambos os anos, mas como se trata de um acesso precoce, o material colhido apresentava baixo valor comercial (próximo da floração). Globalmente os acessos tradicionais do Alentejo são mais precoces, apresentam maior produção de biomassa vegetativa (quando cortados todos na mesma data) e o CS32 teve (na média dos dois anos) maior produção de semente do que as testemunhas. As testemunhas (cultivar brasileira Santo e testemunha portuguesa) revelaram características agronómicas próximas, com baixa produção de biomassa vegetativa, elevada produção de semente e data de floração tardia. Deveria, contudo, ser avaliada a produção de biomassa para todos os acessos, no mesmo estado de desenvolvimento. Tomando em consideração a produção de biomassa, a data de floração mais tardia e a produção de semente, considera-se que, globalmente do ponto de vista agronómico, os acessos CS32, Cs1 e CS28 mostram ter elevado potencial, apesar de necessitarem ainda de ensaios para avaliação da Distinção, Homogeneidade e Estabilidade, antes de serem candidatos ao Catálogo Nacional de Variedades.

Palavras-chave: *Coriandrum sativum* L., recursos genéticos, produção agronómica.

Abstract

Agronomic evaluation of Portuguese accessions of coriander having the Brazilian cultivar Santo as control.

Integrated in the process of selection of coriander (*Coriandrum sativum* L.), from Portuguese germplasm, harvested in the Alentejo, this work aims to perform the

agronomic evaluation of accesses in selection, having as one of the controls, the Santo cultivar, of Brazilian origin. The trials were carried out in the agricultural years of 2014/2015 and 2015/2016 and were held at the INIAV facilities, Polo de Elvas. Six traditional accessions (Cs1, Cs9, Cs13, Cs16, Cs32 and Cs28), 1 spontaneous access (Cs31), 1 Portuguese commercial cultivar (TP) and one commercial cultivar of Brazilian origin (Santo) were evaluated. The plots under evaluation had 1 m x 1 m and the design was in a randomized block with four replicates. The fresh herb biomass production was evaluated in 0.25 m² and after drying at 105 °C during 24 h, when the majority of the accesses had reached the maximum of basal leaves. At the end of the cycle, fruit production was evaluated in the area where the previous cut was carried out to evaluate the production of vegetative biomass (0.25 m²) and the remaining 0,75 m², where no biomass was previously cut. The date of flowering, the state of development at the date of cutting (using the BBCH scale), the percentage of soil covered by plants at the 1st cut and the height of the plants at maturation were also evaluated. The results obtained indicate that the access with higher vegetative biomass production was CS13 in both years, but since it is an early access, the harvested material presented low commercial value (close to flowering). Overall, the traditional Alentejo accessions are earlier, have a higher production of vegetative biomass (when all are cut on the same date) and CS32 had a higher seed production (two years average) than the control ones. The control (Santo cv. from Brazil, and a Portuguese cv.) showed close agronomic characteristics, with low vegetative biomass production, high seed yield and late flowering date. However, biomass production should be evaluated for all accesses in the same state of development. Taking into account the biomass production, the later flowering date and the production of seed, it is considered that, globally from the agronomic point of view, the accesses CS32, CS1 and CS28 show to have high potential, although they still need tests to evaluate its Distinction, Homogeneity and Stability, before being candidates to the National Catalog of Varieties.

Keywords: *Coriandrum sativum* L., genetic resources, crop production.

Introdução

Qualquer parte da planta de coentro (raízes, caules, folhas, flores e frutos) pode ser utilizada quer na gastronomia, quer em usos medicinais, podendo ainda o coentro ser utilizado em Modo de Produção Biológico para afastar ou para atrair pragas em consociação com outras culturas.

Na gastronomia, usa-se como uma especiaria devido ao seu aroma e sabor característico. Em Portugal faz-se mais uso das folhas em verde em diversos pratos da cozinha regional, principalmente no Alentejo (Póvoa et al., 2014).

A Direção Geral de Saúde através do Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável propõe as ervas aromáticas como uma estratégia para a redução de sal na alimentação dos portugueses. Nas ervas aromáticas sugeridas encontram-se os coentros pelo seu aroma especial e sabor marcante que combina muito bem com pratos de peixe. Nutricionalmente fornece vitaminas (A, C, B3 e E) e minerais (potássio, cálcio e fósforo) (Lopes et al., 2014).

Em escala mundial a parte da planta mais utilizada é o seu fruto muito aromático e doce. É o principal ingrediente do pó de caril e é também usado em licores e aromas de cobertura de bolos (Delgado et al., 1993). Na Etiópia é usado num condimento típico chamado “berbere” (Diederichsen, 1996; Diederichsen, 2003). Na Índia, os frutos são usados em pickles, salsichas, temperos e para aromatizar biscoitos, pães e bolos e em

produtos de tabaco. A planta inteira é usada para preparar *chutneys* e molhos. Na China até a raiz do coentro é usada como hortaliça condimentar e também contém óleos essenciais (Diederichsen, 1996; Diederichsen, 2003). As suas folhas também são utilizadas na cozinha chinesa, indiana e mexicana (Delgado et al., 1993).

O coentro é uma planta anual, e dependendo das condições climáticas poderá ser cultivada como uma cultura de outono/inverno ou de primavera/verão.

O coentro apresenta um elevado interesse económico em Portugal dado que representa 61% de toda a área de PAM cultivada a nível nacional para consumo em fresco (GPP, 2013), estimando-se que represente mais de 70% da área das PAM no Alentejo (Farinha & Póvoa, 2014). Não existindo qualquer variedade comercial registada no Catálogo Nacional de Variedades, torna-se necessária a existência de uma cultivar portuguesa desta espécie, de forma a preservar o nosso património gastronómico, medicinal e cultural relacionado com esta cultura.

O objetivo global deste trabalho foi efetuar a avaliação agronómica de acessos de coentro colhidos no Alentejo com vista à obtenção de uma nova cultivar desta espécie (*Coriandrum sativum* L.), visando contribuir para o programa de melhoramento de coentros tradicionais do Alentejo, iniciado há cerca de 16 anos pela equipa da ESAE (Moreira et al., 2005; Moreira, 2002; Lopes, 2014; Pereira, 2015; Farinho, 2016; Lopes et al., 2017).

Material e métodos

Localização dos ensaios

Os ensaios foram instalados no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV) em Elvas, que gentilmente nos cedeu os espaços necessários.

Material vegetal

O material vegetal utilizado é proveniente de seis acessos tradicionais de coentro (*Coriandrum sativum* L.) recolhidos em diferentes zonas do Alentejo (Figura 1). Esses acessos tradicionais foram procedentes de agricultores das localidades indicadas na. Como testemunhas foram utilizadas uma cultivar brasileira, Santo e uma cultivar comercial portuguesa.

Instalação dos ensaios

O ensaio agronómico, foi instalado em 30 de novembro de 2014 e nos dias 26 e 27 de novembro de 2015, por sementeira no local. Testaram-se nove acessos (sete acessos recolhidos no Alentejo - Cs1, Cs9, Cs13, Cs16, Cs28, Cs31, Cs32, uma cultivar comercial portuguesa e uma cultivar testemunha brasileira, a cv. Santo), de acordo com esquema de campo apresentado na figura 2. A dose de sementeira foi calculada com base nos ensaios de germinação das sementes colhidas no ano anterior. Cada acesso foi testado numa parcela de 1 m², dispostas em blocos casualizados, com quatro repetições.

Em cada parcela de amostragem realizaram-se dois cortes, o 1º para determinar a produção de biomassa verde em 0,25 m². O 2º corte tinha como objetivo avaliar a produção de frutos no final do ciclo de produção. Neste 2º corte avaliou-se a produção de frutos numa sub-amostra de 0,75 m² que não foi alvo de qualquer corte anterior e na sub-amostra de 0,25 m², onde se efetuou um corte de biomassa durante o ciclo.

O 1º corte foi decidido tendo em conta a altura das plantas, que em média deveria ser de cerca de 20 cm, e o estado fenológico abaixo 50 (aparecimento do órgão

floral) de acordo com a escala BBCH para verduras que não formam cabeça segundo Feller et al., (1995). Este corte foi efetuado com o auxílio da máquina de corte BOSCH AGS 70 e de uma quadrícula de metal com 0,25 m² de área (0,50 m x 0,50 m) (Figura 2).

Em ambas as colheitas, as plantas foram transportadas em sacos de papel, devidamente identificados com a designação da sub-amostra, o acesso, o bloco e a data de colheita, para o Laboratório de Biologia Vegetal da ESAE.

No 1º corte procedeu-se à pesagem em verde de cada uma das amostras, que de seguida foram colocadas num secador elétrico a 105 °C, durante 24 h. Depois procedeu-se à pesagem em seco de cada amostra, com o objetivo de determinar a biomassa seca e a percentagem de humidade existente. Foram avaliados ainda a data de floração, o estado de desenvolvimento na data do corte (usando a escala BBCH), a percentagem de solo coberto por plantas ao 1º corte e a altura das plantas na maturação.

No 2º corte procedeu-se à debulha mecânica, com limpeza minuciosa da máquina (Wintersteiger LD350) entre debulhas. Posteriormente realizou-se a limpeza dos frutos através de uma máquina sopradora de ar e crivagens sucessivas.

Análise estatística de dados

Os dados obtidos foram registados em tabelas no software Excel e foram calculadas as médias das quatro repetições, a média global, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Os resultados submeteram-se a uma análise de variância, tendo sido utilizado o teste de Tukey para comparação e separação das médias, ambos realizados com o programa Statistica versão 8.0 (StatSoft inc. 2007).

Resultados e discussão

O objetivo principal destes ensaios foi avaliar a produção de biomassa vegetativa e a produção de semente. Tendo em conta que o consumo de coentro em Portugal é maioritariamente da folha fresca, o parâmetro com maior interesse em termos agronómicos será a produção de biomassa verde. Os resultados da análise de variância e do teste de Tukey para a separação de médias dos descritores observados no ensaio Agronómico podem ser consultados na Tabela 2.

Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas para a maioria dos descritores, a saber: biomassa verde e biomassa seca, data de floração e de maturação, estado fenológico relativo ao corte para obtenção de biomassa verde e produção de semente com e sem corte prévio, o que revela a existência de diversidade no material em estudo.

Os coentros entram em floração em média a 26 de abril; os acessos mais precoces foram o CS9 (18 de abril), o CS31 e o CS13. Os acessos mais tardios foram o CS28 (1 de maio), o CS1 e o CS32, com diferenças estatísticas significativas entre os mais tardios e os mais precoces; os acessos mais tardios não diferem estatisticamente das testemunhas utilizadas (Santo e TP, com floração a 2 de maio).

Relativamente ao objetivo de cultivo relacionado com a obtenção de folhagem verde, os acessos mais produtivos foram o CS13, o CS9 e o CS1 e os menos produtivos foram a TP, o Santo e o CS28, com diferenças estatísticas significativas entre os mais produtivos e os menos produtivos.

A altura das plantas no momento do corte relaciona-se com a precocidade da floração e o estado vegetativo BBCH, motivo pelo qual os acessos mais altos foram também os mais precoces: CS9, CS31, CS13 e os mais baixos foram o Cs16, O Cs32 e

o Cs28, não havendo diferença estatística significativa entre os acessos neste descritor. Os acessos mais altos facilitam a colheita mecânica.

Os acessos com maior produção de frutos foram o CS1, o CS28 e o CS32 sem diferença estatística das testemunhas Santo e TP; o acesso menos produtivo com diferença estatisticamente significativa em relação aos mais produtivos foi o CS9. Ao considerar a modalidade em que se faz um corte prévio para obtenção de biomassa verde, os acessos com maior produção de semente foram o CS32, o CS16 e o CS13, embora sem diferença estatística em relação às testemunhas Santo e TP; o acesso menos produtivo foi o CS9, diferindo estatisticamente dos acessos mais produtivos.

Os acessos CS32, CS16 e CS13 apresentam uma produção de semente maior quando submetidos a um corte prévio para obtenção de biomassa verde, o que os torna interessantes para seleção para ambas as tipologias e produção desta cultura.

No geral, em 2016 todos os acessos tiveram uma produção muito inferior a 2015, o que coincide com o facto de haver diferenças estatísticas significativas para a maioria dos descritores observados considerando o ano de observação; podendo essa situação ter explicação de nível climático, tendo em conta o ano com distribuição de precipitação atípica que se verificou em 2015/2016.

Conclusões

Os descritores para os quais se obteve diferença estatística significativa foram a biomassa verde e a biomassa seca, as datas de floração e de maturação, o estado fenológico relativo ao corte para obtenção de biomassa verde e a produção de semente com e sem corte prévio; os restantes descritores avaliados não apresentaram diferenças estatísticas significativas.

Os resultados obtidos indicam que o acesso com maior produção de biomassa vegetativa foi o CS13 em ambos os anos, mas como se trata de um acesso precoce, o material colhido apresentava baixo valor comercial (próximo da floração).

Globalmente os acessos tradicionais do Alentejo são mais precoces, apresentam maior produção de biomassa vegetativa (quando cortados todos na mesma data) e o CS32 teve (na média dos dois anos) maior produção de semente do que as testemunhas. As testemunhas (cultivar brasileira Santo e testemunha portuguesa) revelaram características agronómicas próximas, com baixa produção de biomassa vegetativa, elevada produção de semente e data de floração tardia. Deveria contudo ser avaliada a produção de biomassa para todos os acessos, no mesmo estado de desenvolvimento.

Tomando em consideração a produção de biomassa, a data de floração mais tardia e a produção de semente, considera-se que, globalmente do ponto de vista agronómico, os acessos CS32, CS1 e CS28 mostram ter elevado potencial, apesar de necessitarem ainda de ensaios para avaliação da Distinção, Homogeneidade e Estabilidade (UPOV, 2002; UPOV, 2013), antes de serem candidatos ao Catálogo Nacional de Variedades.

Referências

- Delgado, F., Ricardo, C. & Rauter, A. 1993. Novas perspectivas de utilização para *Coriandrum sativum* L. Zaragoza: II Congresso Iberico de Ciencias Horticolas.
- Diederichsen, A. & Hammer, K. 2003. The infraspecific taxa of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Genetic Resources and Crop Evolution 50: 33-63.
- Diederichsen, A. 1996. Coriander (*Coriandrum sativum* L). Promoting the conservation and use of under utilized and neglected crops. 3. Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute. 83p.

- Farinha, N. & Póvoa, O. 2014. Ethnobotany applied to coriander and pennyroyal sold in Alentejo markets, Portugal. S2 O14, Abstracts, VI International Congress of Ethnobotany, ICEB 2014, 17-21 November 2014, Córdoba, Spain, pp.87-88.
- Farinho, S. 2016. Caracterização morfológica e seleção de acessos de coentro (*Coriandrum sativum* L.) colhidos no Alentejo. Estágio de Licenciatura em Agronomia, Elvas.
- Feller, C., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Hess, M., Klose, R. & Weber, E. 1995. Phenological growth stages of vegetable crops. II. Fruit vegetables and pulses. Coding and description according to the extended BBCH scale with illustrations. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 47: 217-232.
- GPP (Gabinete de Planeamento e Políticas) 2013. As plantas aromáticas medicinais e condimentares, Portugal Continental 2012. Ministério da Agricultura e do Mar, Governo de Portugal.
- Lopes, A., Teixeira, D., Calhau, C., Pestana, D., Padrão, P. & Graça, P. 2014. Ervas aromáticas - uma estratégia para a redução do sal na alimentação dos portugueses. Lisboa: Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável - DGS. Obtido em 02 de Agosto de 2016, de <http://nutrimento.pt/activeapp/wp-content/uploads/2015/03/Ervas-arom%C3%A1ticas-Um-estrat%C3%A9gia-para-a-redu%C3%A7%C3%A3o-do-sal-na-alimenta%C3%A7%C3%A3o-dos-Portugueses.pdf>
- Lopes, E.M. 2014. Colheita, caracterização e avaliação de germoplasma de coentro (*Coriandrum sativum* L.) do Alentejo. Dissertação de Mestrado em Agricultura Sustentável, Elvas.
- Lopes, E., Farinha, N. & Póvoa, O. 2017. Characterization and evaluation of traditional and wild coriander in Alentejo (Portugal). Acta Hortic. 1153: 77-84 DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1153.12
- Moreira, C., Farinha, N. & Póvoa, O. 2005, Preliminary study of coriander's (*Coriandrum sativum* L.). Ethnobotany and variability in the Alentejo Region. Fitoterapia 5 (SI), pp.196-201.
- Pereira, C.D. 2015. Caracterização morfológica e seleção de acessos de coentro (*Coriandrum sativum* L.) colhidos no Alentejo. Estágio de Licenciatura em Agronomia, Elvas.
- Póvoa, O., Farinha, N., Lopes, E., Mendes, J.P. & Pereira, L.S. 2014. Coentros do Alentejo – Conservação do conhecimento tradicional e dos recursos genéticos. IPP. 100pp. ISBN: 978-989-8806-06-2. Disponível on-line em https://issuu.com/c3i-ipp/docs/coentros_do_alentejo
- StatSoft. 2007. Statistica. Obtido de www.statsoft.com
- UPOV, I.U. 2002. General introduction to the examination of distinctness, uniformity and stability and the development of harmonized descriptions of new varieties of plants. Geneva: UPOV.
- UPOV, I.U. 2013. Guidelines for the conduct of tests for distinctiveness, uniformity and Stability. Draft. *Coriandrum sativum*. UPOV.

Tabela 2 - Resultados da análise de variância e do teste de Tukey do Ensaio Agronómico. Médias de dois anos (2015 e 2016).

Acessos	Alt (cm)	Cob (%)	PV (g/m ²)	PS (g/m ²)	Data Flor	Data Mat	BBCH	Pseed 1corte (g/m ²)	Pseed (g/m ²)
CS1	83,2	67,8	1764,1 ab	207,7 ab	28-abr ab	23-jun a	53,9 abc	270,7 a	453,0 a
CS13	87,3	79,9	2327,1 a	278,1 a	20-abr de	9-jun c	56,9 c	357,6 a	335,0 ab
CS16	70,4	68,9	1227,5 bc	171,4 ab	24-abr cd	11-jun c	55,6 bc	362,3 a	328,4 ab
CS28	76,3	70,8	1047,9 bc	156,3 bc	1-mai a	23-jun a	49,5 a	328,9 a	428,5 a
CS31	87,7	59,9	1457,5 ab	197,3 ab	20-abr de	10-jun c	56,9 c	261,2 ab	267,0 ab
CS32	74,0	68,9	1328,8 ab	180,7 ab	27-abr bc	17-jun b	51,0 ab	374,6 a	373,5 ab
CS9	89,9	68,6	1783,2 ab	228,9 ab	18-abr e	3-jun d	58,9 c	105,5 b	201,7 b
STO	79,4	65,1	914,8 bc	132,9 bc	2-mai a	25-jun a	50,0 a	339,9 a	400,5 ab
TP	76,5	66,0	832,6 bc	128,1 bc	2-mai a	24-jun a	51,4 ab	303,9 a	402,2 ab
Média	80,5	68,4	1409,2	186,8	26-abr	16-jun	53,8	300,5	354,4
DPadrão	6,8	5,3	481,9	47,7	5,5	8,1	3,4	83,2	80,6
CV	0,08	0,08	0,34	0,26	0,00	0,00	0,06	0,28	0,23
Sig.	ns	ns	***	**	***	***	***	***	**

Acrónimos: Alt – Altura; Cob - percentagem de solo coberto por plantas ao 1º corte; PV – biomassa verde, PS – Biomassa seca, Data flor – data de floração; data mat – data de maturação; BBCH – estado fenológico no momento do corte para obtenção de biomassa verde de acordo com a escala BBCH; Pseed 1corte – produção de semente com um corte anterior para obtenção de biomassa verde; Pseed – produção de semente sem corte prévio para biomassa; DPadrão – desvio padrão, CV – coeficiente de variação; sig. – significância – acessos na mesma coluna com a mesma letra não diferem entre si significativamente; P<0.001 *** Altamente significativo; P<0.01 ** Muito significativo; P<0.05 * Significativo; P>0.05 Não significativo (ns).

Qualidade fisiológica de sementes peletizadas de tomate

Layanne Muniz Sprey & Sidney Alberto do Nascimento Ferreira

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Caixa Postal 2223, CEP 69.067-375, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: layannesprey14@gmail.com e sanf@inpa.gov.br.

Resumo

O cultivo de hortaliças requer melhorias no sistema de semeadura que lhe garanta maior êxito técnico e econômico das atividades agrícolas. Nesse contexto, a peletização de sementes constitui uma das técnicas pré-plantio promissora, devido à modificação das características físicas das sementes. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de diferentes materiais de recobrimento na qualidade fisiológica de sementes de tomate cv. Santa Cruz. Para tanto, foram testados dois materiais aglomerantes (calcário dolomítico e fécula de mandioca) e dois polímeros aglutinantes (acetato de polivinila e goma arábica) na concentração de 30%, e, ao final, acabamento com corante artificial. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 (aglomerantes) x 2 (aglutinantes), mais tratamento adicional (sementes nuas), com quatro repetições e unidades experimentais de cinquenta sementes/péletes. A qualidade física e fisiológica das sementes peletizadas e nuas foi avaliada através das seguintes variáveis: diâmetro das sementes/péletes; número de sementes por pélete; germinação; índice de velocidade de germinação; tempo médio de germinação; comprimento da plântula; massa fresca e seca da plântula. De maneira geral, a peletização aumentou de 4 a 5 vezes o tamanho da unidade de propagação. A barreira física imposta às sementes pela peletização não influenciou na germinação, mas promoveu atraso na velocidade de germinação de 2 a 3 dias em relação às sementes nuas. O recobrimento com calcário dolomítico, independente do material adesivo, proporcionou os melhores resultados de germinação, plântulas normais, comprimento da plântula, massa fresca e seca da plântula.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, recobrimento, semeadura, germinação, vigor.

Abstract

Physiological quality of pelleted tomato seed.

Vegetable growing needs to improve the sowing technique to guarantee greater technical and economic success. In this context, seed pelletizing is one of the most promising pre-planting techniques, as it modifies the physical seed characteristics. Hereto, this work evaluated the effects of different coating materials on the physiological quality of tomato seed, cv. Santa Cruz. Two products for coating (dolomitic limestone and cassava starch) and two for gluing (polyvinyl acetate and gum arabic) were tested in a 30% concentration, thereafter artificial dye was applied. The experimental design was completely randomized, with the factorial scheme 2 (coats) x 2 (glues), plus additional treatment (non-treated seeds), with four replicates and experimental units of fifty seed pellets. The physical and physiological quality of pelleted and non-treated seed was evaluated with the following variables: seed/pellet diameter; seed number per pellet; germination; germination speed index; average germination time; seedling length; fresh and dry seedling mass. In general, pelletization

increased the size of the propagation unit 4 to 5 times. The physical barrier placed on the seed by pelletization did not influence germination, but delayed germination speed 2 to 3 days in relation to non-treated seed. Coating with dolomitic limestone, independent of the used adhesive, provided the best results for germination, normal seedlings, seedling length, fresh and dry seedling mass.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, coating, sowing, germination, vigor.

Introdução

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), pertence à família Solanaceae, é originário da América do Sul e é considerado uma das hortícolas de maior importância econômica em escala mundial (Oliveira Júnior, 2012). É responsável por uma grande variedade de produtos e subprodutos, utilizados na forma *in natura* ou processados na indústria alimentícia e farmacêutica (González et al., 2011). Em 2014, a produção mundial de tomate atingiu cerca de 170 milhões de t, em área cultivada de 5 milhões de hectares (FAO, 2017).

O tomateiro é descrito como uma planta herbácea, autógama e perene, mas cultivada como cultura anual. É caracterizado por ampla variabilidade fenotípica, com frutos de vários tamanhos e formatos e coloração. Conforme grupo e cultivar, apresenta superfície lisa ou canelada com dimensões arredondadas, alongada ou elíptica. Formado internamente por dois a dez lóculos, contendo sementes pequenas e pilosas, protegidas pela mucilagem placentária (Alvarenga, 2013).

Em sua maioria, as sementes de hortaliças apresentam formato irregular, com tamanho e peso reduzidos, características que as tornam difíceis de serem individualizadas. Tais aspectos podem ocasionar irregularidade no espaçamento e na densidade de semeadura, impondo a utilização de grande quantidade de sementes para se obter um estande satisfatório de plantas. Essas operações exigem uma maior utilização de mão-de-obra, elevando o custo de produção (Lopes & Nascimento, 2012).

Entre os métodos e tecnologias propostos para sanar o problema destas espécies, de difícil individualização e distribuição uniforme na semeadura, está à utilização de recobrimento de sementes. Nas últimas décadas, esta prática tem sido muito utilizada em sementes florestais, hortaliças, leguminosas e gramíneas forrageiras (Sikhao et al., 2015). A mesma pode servir de veículo para incorporação de nutrientes, inoculantes, reguladores de crescimento e outros agroquímicos (Queiroz et al., 2015).

A peletização é uma das técnicas de recobrimento que proporciona à modificação das características físicas das sementes, por meio da aplicação de diferentes materiais secos e polímeros aglutinantes aderidos a superfície da semente, promovendo o aumento de tamanho, peso e formato esférico (Santos, 2016). Ao final do processo, o pélete deve apresentar propriedades físicas de não se desfazer durante o transporte, manuseio e semeadura. Entretanto, ao serem umedecidos após a semeadura, devem se desintegrar com facilidade, para não constituírem uma barreira física impedindo a germinação (Lopes & Nascimento, 2012).

A aplicabilidade da peletização conduz a vantagens inegáveis referentes às sementes, como melhoria da plantabilidade manual e mecânica; proteção contra danos mecânicos; diminuição da prática de desbaste; maior eficiência dos produtos fitossanitários aderidos aos péletes; melhoria na visualização das sementes no solo e substrato. Contudo, a barreira imposta pelo material sob as sementes pode resultar em efeitos antagônicos, como dificultar a emissão da raiz primária; intervir nas trocas gasosas entre a semente e o ambiente externo ao pélete e promover a emergência

desuniforme das plântulas (Silva & Nascimento, 2009). Dessa forma, faz-se necessário estabelecer interação entre os materiais, com a granulometria mais adequada e melhor proporção dos ingredientes. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a combinação de diferentes materiais de revestimento sobre a qualidade fisiológica de sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*).

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Campus III (V8), em Manaus, AM, Brasil. Os frutos da cv. Santa Cruz foram procedentes de cultivos comerciais no município de Irecê, BA, Brasil (11°18'15"S e 41°51'21"O, altitude de 721 metros).

Os frutos apresentavam epicarpo de coloração vermelha, indicando a maturidade fisiológica das sementes (Dias et al., 2006). As sementes foram beneficiadas de forma manual, com assepsia em solução de hipoclorito de sódio, na concentração de 1% (vol./vol.), por três minutos em agitação. Depois, às sementes foram lavadas em água corrente e colocadas sobre papel toalha para a retirada do excesso de água. Em seguida, foram submetidas à secagem em estufa a 35°C, por 8 horas, até atingirem a umidade de 8%, monitorado através de sucessivas pesagens.

O processo de peletização foi efetuado em equipamento de fabricação própria, com velocidade de rotação ajustável e automatizada. Na aplicação dos cimentantes (aglutinantes) utilizou-se pulverizador manual de compressão prévia com capacidade de 1,5 litros. Para adição dos materiais de enchimento (aglomerantes) dentro do equipamento, usou-se uma peneira, de malha fina (0,5 milímetro), de 15 centímetros de diâmetro. O procedimento de peletização durou em média 30 minutos por partida, sem considerar o período de secagem e o tempo para preparo de material.

As sementes foram inseridas no equipamento em movimento, e sofreram inúmeras rotações, ao mesmo tempo em que recebiam as soluções cimentantes, preparadas previamente. Após a distribuição uniforme de cada solução cimentante, adicionava-se o material de enchimento em pequenas frações de 5 a 10 gramas. Este intervalo de valores foi fixado para todos os materiais de enchimento por constituir a quantidade mínima necessária para formar uma camada em todas as sementes. Alternou-se a aplicação da solução cimentante e do material de enchimento, até não haver mais tegumento visível, formando grânulos esféricos de superfície lisa, e, ao final, foi feita a aplicação do material de acabamento (corante).

Para a confecção dos péletes utilizou-se como material de enchimento: fécula de mandioca e calcário dolomítico, peneirados aos poucos e aplicados alternadamente com a pulverização das soluções cimentantes. Como material cimentante, empregaram-se as colas goma arábica e a base de acetato de polivinila (PVA), diluídas em água aquecida a 70°C, na concentração de 30% (vol./vol.), e, ao final, o acabamento com corante artificial para fins alimentícios. Posteriormente, fez a homogeneização dos péletes em peneiras de crivos redondos de 5 mm; as que ficaram retidas foram descartadas. Em seguida, as sementes peletizadas foram secadas em estufa a 38°C, por 24 horas.

A qualidade física e fisiológica das sementes foi avaliada através das variáveis:

Diâmetro das sementes: para a determinação do diâmetro transversal, utilizou-se 20 sementes nuas e peletizadas de cada tratamento, escolhidas ao acaso e medidas individualmente com paquímetro digital com 0,01 milímetros de precisão.

Número de sementes por péletes: utilizando quatro subamostras de 25 pélete, fez-se a “despeletização” esmagando a amostra de forma a separar o revestimento da semente, e quantificando o número de sementes presente em cada pélete.

Germinação: Aqui foram utilizadas quatro repetições de 50 péletes/sementes acondicionados em caixas “gerbox” (11x11x3,5 cm) sobre papel mata-borrão, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os péletes/sementes foram mantidos em câmara de germinação, à temperatura constante de 30°C, com fotoperíodo de 12 horas. Foram consideradas germinadas os péletes/sementes que apresentavam protrusão da raiz primária com contagem final ao 14º dia após a instalação do teste (Brasil, 2009).

Primeira contagem de germinação: realizada juntamente com o teste de germinação, registrando a porcentagem de péletes/sementes germinados no quinto dia após a instalação do teste (Brasil, 2009).

Índice de velocidade de germinação: aplicado conjuntamente com o teste de germinação, em que se computou o número de sementes germinadas diariamente, dividido pelo número de dias decorridos entre a sementeira e a germinação, e cujo índice foi calculado conforme fórmula proposto por Maguire (1962):

$$IVG = \sum_{i=1}^n \frac{Gi}{Ni}$$

na qual, o Gi é o percentual de sementes germinadas computadas durante os i dias de contagem e o Ni é o número de dias após a implantação do teste.

Tempo médio de germinação: obtido por meio da contagem diária das sementes germinadas até o décimo quarto dia após a sementeira e calculado através da fórmula proposta por Labouriau (1983), sendo os resultados expressos em dias:

$$TMG = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n}$$

Em que, o n_i é o número de sementes germinadas num intervalo de tempo, n o número total de sementes germinadas e t_i os dias de germinação.

Comprimento da plântula: Ao final do teste de germinação, a altura das plântulas normais de cada repetição foram medidas tomando o comprimento da raiz principal até a inserção da primeira folha com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula⁻¹.

Massa fresca e seca da plântula: as plântulas normais de cada repetição foram colocadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação de ar forçada a 80°C por 24 horas (Nakagawa, 1999). Após esse período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecadores, e posteriormente pesadas em balança analítica (0,001 gramas), sendo os resultados expressos em g plântula⁻¹.

Delineamento experimental: o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 2 (materiais de enchimento) x 2 (materiais cimentantes), mais tratamento adicional (sementes nuas), com quatro repetições e unidades experimentais de cinquenta péletes/sementes. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa ASSISTAT versão 7.7 (Silva & Azevedo, 2016).

Resultados e Discussão

Os diâmetros dos péletes evidenciaram que o recobrimento proporcionou um aumento de tamanho de 4 a 5 vezes em relação às sementes nuas (fig. 1), com modificação do formato das unidades de propagação. A utilização de calcário dolomítico contribuiu para a formação de grânulos com diâmetro mais elevado. Por outro lado, houve uma maior variação de tamanho nas sementes peletizadas com fécula

de mandioca, independente do material adesivo empregado. O benefício do aumento do tamanho das sementes e, conseqüentemente, o peso está na facilidade de semeadura, seja manual ou mecanizada (Gadotti & Puchala, 2010).

O número de sementes por pélete (NSP) diferiu em relação à testemunha (sementes nuas) (quadro 1), apresentando de 1 a 3 unidades por grânulo: 79% dos péletes continham uma semente; 20% continham duas; e 1% três sementes. Com relação aos fatores enchimento e cimentante, além da interação entre os mesmos, o NSP não apresentou efeito significativo, e sim uma média geral de 1,23 sementes por grânulo. Este resultado está de acordo com o que Silva & Nascimento (2009) sugerem para as sementes peletizadas de hortaliças em que grânulos podem portar uma ou mais sementes, com na maioria das vezes, apenas uma semente por unidade.

Quanto à germinação, observou-se que os materiais empregados na peletização não influenciaram no processo germinativo em relação às sementes nuas (testemunha). Para essa variável, também não foi observado efeito significativo para a interação entre os fatores estudados (enchimento e cimentante), nem para o fator material cimentante isoladamente. Por outro lado, o material de enchimento apresentou efeito significativo, com a utilização de calcário dolomítico promovendo valor superior (95%) em relação à fécula de mandioca (86%). De qualquer modo, a germinação foi superior ao estabelecido pelo padrão brasileiro de germinação de sementes de tomate, que é de 70% (Castellane et al., 1990).

As plântulas normais tiveram comportamento semelhante à germinação (quadro 1). Os tratamentos aplicados não diferiram significativamente da testemunha (sementes nuas), assim como, dentro do fator cimentante, goma arábica não diferiu de acetato de polivinila. Enquanto, dentro do fator material de enchimento, calcário dolomítico foi superior (91%) a fécula de mandioca (60%). Aparentemente, com a utilização de fécula de mandioca, o percentual de plântulas normais mais baixos (60%) que o de sementes germinadas (86%) foi devido à presença de bactérias *Chryseobacterium* sp., que comprometeram o desenvolvimento das plântulas. Isto também foi observado por Mendonça et al. (2007) na germinação de sementes revestidas de milho superdoce, que atribuíram a utilização de produtos orgânicos, a base de amido ou açúcar no recobrimento, sendo de fácil digestão e proliferação de microrganismos.

Com relação ao vigor das sementes, avaliado através da primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), nota-se que houve diferença significativa dos tratamentos em relação à testemunha (quadro 1), onde as sementes nuas germinaram mais rapidamente que as sementes peletizadas. Isto se assemelha ao que foi encontrado por Carvalho & Novembre (2011), em que sementes de fumo revestidas apresentaram germinação mais lenta do que as não revestidas. Em outro estudo, Costa et al. (2001) relatam que sementes recobertas demoram mais tempo para absorver a umidade, podendo retardar a germinação em até 48 horas. Nascimento et al. (2009) e Caldeira et al. (2016) alegaram que o material empregado no processo de peletização pode contribuir como uma barreira física para emissão da raiz primária, causando atraso na velocidade de germinação.

O crescimento de plântulas pode ser mensurado por meio de duas grandezas físicas, o comprimento e a massa (Vanzolini et al., 2007). O comprimento das plântulas e a massa fresca da plântula tiveram comportamento semelhante (quadro 1). Para essas duas variáveis, os tratamentos não diferiram da testemunha, assim como dentro do fator material cimentante também não houve diferença. Contudo, dentro do fator material de enchimento, calcário dolomítico proporcionou resultado superior ao obtidos em fécula

de mandioca. Além disso, esses comportamentos são idênticos aos que foram alcançados pelas variáveis germinação e plântula normal, já relatados.

Tavares et al. (2012) verificaram que sementes de arroz recobertas com calcário dolomítico tiveram plântulas com maior massa fresca em relação aos demais materiais. Sampaio & Sampaio (2009) relatam que o aporte nutricional externo, mediante ao recobrimento das sementes com fornecimento precoce de fertilizantes, faz com que as plântulas respondem favoravelmente ao crescimento de forma mais rápida e vigorosa. No caso específico de sementes de hortaliças, geralmente de pequeno tamanho, as limitadas quantidades de substâncias de reserva podem ser equilibradas mediante a peletização com nutrientes essenciais na fase inicial de desenvolvimento das plântulas.

Na massa seca da plântula foi observada diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha, e, também, a única variável que apresentou efeito de interação entre os fatores estudados (quadro 2). O uso de calcário dolomítico, independente do material cimentante empregado, proporcionou resultados significativamente superiores aos alcançados com fécula de mandioca. Por outro lado, dentro de calcário dolomítico, os resultados com goma arábica foram maiores que o acetato de polivinila, enquanto dentro de fécula de mandioca os resultados não diferiram. Esse resultado foi semelhante ao obtido por Magalhães et al. (1994) avaliando o efeito da peletização em sementes de sorgo, onde o recobrimento com calcário apresentou biomassa seca superior aos outros materiais de enchimento empregado.

Segundo Dode et al. (2012), as plantas que apresentam a massa fresca e seca superiores às outras, para uma mesma espécie, indicam boa qualidade fisiológica das sementes, e são consideradas mais vigorosas. A maior mobilização dos compostos de reserva dos cotilédones e sua translocação para o eixo embrionário ocorrem nas sementes de maior vigor durante a fase de germinação, à medida que a redução na massa seca cotiledonar reflete o aumento na produção de biomassa, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria (Nakagawa, 1999). Segundo Melo et al. (2006), trata-se de um aspecto intrínseco de sementes vigorosas, em virtude de serem mais eficientes quanto a produção de biomassa.

Conclusões

A peletização em sementes de tomate cv. Santa Cruz não afetou o processo de germinação, porém a barreira física imposta sobre as sementes promoveu atraso na velocidade de germinação.

Os péletes à base de calcário dolomítico independentemente do material adesivo apresentaram os melhores resultados de germinação, plântula normal, comprimento de plântula, massa seca e fresca da plântula.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo, ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), pelas condições oferecidas que permitiram a realização deste trabalho e ao biólogo Joaquim Ferreira do Nascimento Neto, pela identificação das bactérias.

Referências

Alvarenga, M.A.R. 2013. Tomate: Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. UFLA, Lavras.

- Brasil. 2009. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento, Brasília.
- Caldeira, A.M., Carvalho, M.L.M. de, Guimarães, R.M. & Coelho, S.V.B. 2016. Qualidade de sementes de tabaco durante o processo de pelotização e armazenamento. *Ciência Rural* 46(2): 216-220.
- Carvalho, C. de & Novembre, A.D.L.C. 2011. Avaliação da qualidade de sementes de fumo, nuas e revestidas, pelo teste de condutividade elétrica. *Revista Brasileira de Sementes* 33(1): 177-185.
- Costa, C.E.L., Silva, R.F., Lima, J.O.G. & Araújo, E.F. 2001. Sementes de cenoura, *Daucus carota* L., revestidas e peliculadas: germinação e vigor durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Armazenamento* 26: 36-45.
- Castellane, P.D., Nicolosi, W.M. & Hasegawa, M. 1990. Produção de sementes de hortaliças. FCAV; FUNEP, Jaboticabal.
- Dias, D.C.F.S., Ribeiro, F.P., Dias, L.A., Silva, D.J.H. da. & Vidigal, D.S. 2006. Maturação de sementes de tomate em função da ordem de frutificação na planta. *Revista Ceres* 53(308): 446-456.
- Dode, J.S., Meneghello, G.E., Moraes, D.M de. & Peske, S.T. 2012. Teste de respiração para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de girassol. *Revista Brasileira de Sementes* 34(4): 686-691.
- Food and Agricultural Organization. 2017. www.fao.org
- Gadotti, C. & Puchala, B. 2010. Revestimento de sementes. *Informativo Abrates* 20(3): 70-71.
- González, I.N., Valverde, V.G., Alonso, J.G. & Periago, M.J. 2011. Chemical profile, functional and antioxidant properties of tomato peel fiber. *Food Research International* 44(5): 1528-1535.
- Labouriau, L.G. 1983. A germinação das sementes. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington.
- Lopes, A.C.A. & Nascimento, W.M. 2012. Peletização de sementes de hortaliças. Embrapa, Brasília.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for emergence and vigour. *Crop Science* 2:176-177.
- Magalhães, P.C., Ferreira, D.M.N., Vasconcelos, C.A., Azevedo, J.T. & Borba, C.S. 1994. Efeito da peletização na germinação e desenvolvimento de cultivares de sorgo. *Revista Brasileira de Sementes* 16(1): 20-25.
- Melo, P.T.B.S., Schuch, L.O.B., Assis, F.N. & Concenço, G. 2006. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. *Revista Brasileira de Sementes* 28(2): 84-94.
- Mendonça, E.A.F., Carvalho, N.M. & Ramos, N.P. 2007. Revestimento de sementes de milho superdoce (sh₂). *Revista Brasileira de Sementes* 29(2): 68-79.
- Nakagawa, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. p. 1-24. In: F.C. Krzyzanoski, R.D. Vieira e J.B. França Neto (eds.), *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Abrates, Londrina.
- Nascimento, W.M., Silva, J.B.C., Santos, P.E.C. & Carmona, R. 2009. Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. *Horticultura Brasileira* 27(1): 12-16.
- Oliveira Júnior, E.A. 2012. Tomate. p. 234-249. In: M.C. Lima, E.A. Oliveira Júnior, E. Oliveira e J.P. Silva (eds.), *Hortaliças e Frutas retrospectiva, procedência e cenários de produção no Maranhão*, Vol. 1. Edufma, São Luís.

- Queiroz, R.L., Rosa, E.S.M.D., Marques, M., Goulart, V.A. & Marques, G.F. 2015. Formação de mudas de alface provenientes de sementes peletizadas com altas diluições. *Revista Fitos* 9(3): 161-252.
- Sampaio T.G. & Sampaio N.V. 2009. Recobrimento de sementes de hortaliças. p. 275-306. In: W.M. Nascimento (ed.), *Tecnologia de sementes de hortaliças*. Embrapa Hortaliças, Brasília.
- Santos, S.R.G. 2016. Peletização de sementes florestais no Brasil: uma atualização. *Floresta e Ambiente* 23(2): 286-294.
- Sikhao, P., Taylor, A.G., Marino, E.T., Catranis, C.M. & Siri, B. 2015. Development of seed agglomeration technology using lettuce and tomato as model vegetable crop seeds. *Scientia horticultrae* 184: 85-92.
- Silva, F.A.S. & Azevedo, C.A.V. 2016. The Assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African journal of Agricultural Research* 11(39): 3733-3740.
- Silva, J.B.C. & Nascimento, W.M. 2009. Peletização de sementes de hortaliças. p. 309-341. In: W.M. Nascimento (ed.), *Tecnologia de sementes de hortaliças*. Embrapa Hortaliças, Brasília.
- Tavares, L.C., Rufino, C.A., Dorr, C.S., Barros, C.A.B. & Peske, S.T. 2012. Performance of lowland rice seeds coated with dolomitic limestone and aluminum silicate. *Revista Brasileira de Sementes* 34: 202-211.
- Vanzolini, S., Araki, C.A.S., Silva, A.C.T.M. & Nakagawa, J. 2007. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes* 29(2): 90-96.

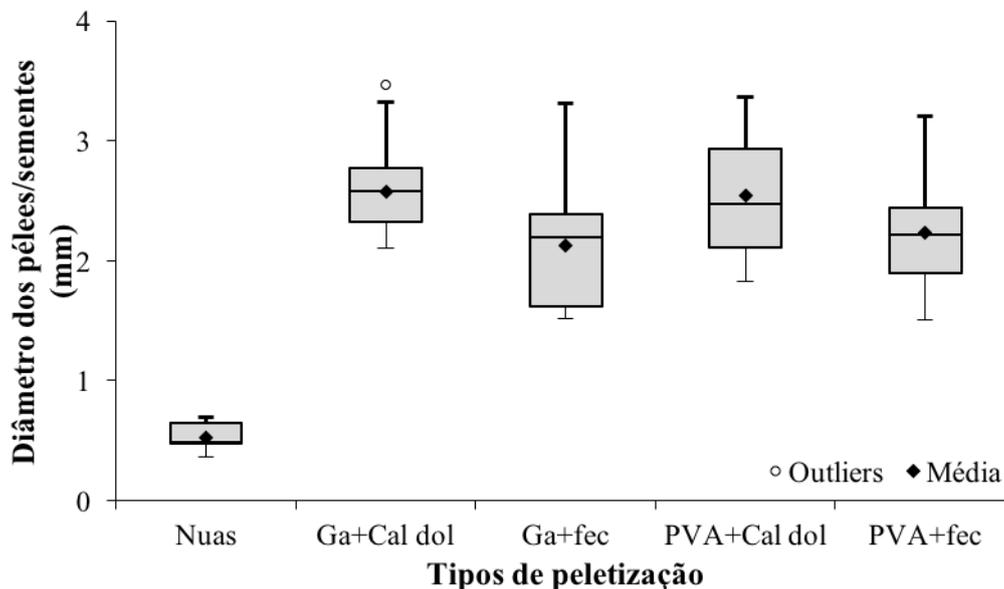


Figura 1 - Box plot da dispersão dos valores de diâmetro das sementes nuas (controle) e peletizadas de tomate cv. Santa Cruz. Cimentante: Ga = Goma arábica; PVA = acetato de polivinila; Enchimento: Cal dol = calcário dolomítico; Fec = fécula de mandioca.

Quadro 1 - Número de sementes por pélete (NSP), germinação (G), plântulas normais (PN), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento de plântula (CP) e massa fresca (MF), referentes sementes nuas e peletizadas de tomate cv. Santa Cruz.

Fator	NSP	G	PN	PCG	IVG	TMG	CP	MF
		(%)	(%)	(%)	(% dia ⁻¹)	(dias)	(cm)	(g)
Testemunha	1**	95 ^{ns}	82 ^{ns}	75**	30,80**	1,86**	7,13 ^{ns}	1,15 ^{ns}
Material de enchimento								
Calcário	1,25 a	95 a	91 a	59 a	17,80 a	3,73 a	8,43 a	1,87 a
Fécula	1,20 a	86 b	60 b	55 a	18,83 a	3,45 a	6,85 b	0,93 b
Material cimentante								
GA	1,24 a	94 a	79 a	59 a	16,51 a	3,86 a	8,05 a	1,51 a
PVA	1,21 a	88 a	72 a	55 a	20,12 a	3,32 a	7,23 a	1,29 a
CV (%)	8,02	6,68	13,30	11,11	10,86	20,63	10,26	17,28

Material de enchimento: Calcário = calcário dolomítico; Fécula = fécula de mandioca;

Material cimentante: Ga = Goma arábica; PVA = acetato de polivinila.

ns = comparação entre testemunha e tratamentos, não significativo pelo teste F a 5%;

** comparação entre testemunha e tratamento, significativo pelo teste F a 1%;

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quadro 2 - Médias da massa seca (g plântula⁻¹) de plântulas de tomate cv. Santa Cruz, referentes a sementes peletizadas utilizando diferentes materiais cimentantes e de enchimento.

Fatores	Material de enchimento	
	Calcário dolomítico	Fécula de mandioca
Material cimentante		
Goma arábica	0,42 aA	0,05 aB
Acetato de polivinila	0,32 bA	0,05 aB
CV (%)	24,65	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

Efeito da secagem na qualidade fisiológica de sementes de tomate

Layanne Muniz Sprey¹ & Ernando Balbinot²

¹Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Caixa Postal 2223, CEP 69.067-375, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail layannesprey14@gmail.com.

²Departamento de Pesquisa, IFRO, Caixa Postal 51, CEP 76993-000, Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil. E-mail ernando.balbinot@ifro.edu.br.

Resumo

O processo de secagem está relacionado com a qualidade fisiológica das sementes, uma vez, que o conteúdo de água presente nas sementes afeta diretamente sua longevidade e conservação. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento germinativo de sementes de tomate cv. Yoshimatsu, quanto à sensibilidade à desidratação. Logo, as sementes foram secas em estufa à temperatura constante de 35 °C, 43 °C, 35 °C + 43 °C e secagem natural a 26 °C, até se obter grau de umidade final de 7%. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto por duas formas de secagem, natural e artificial, com quatro repetições e unidades experimentais de cinquenta sementes. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através das seguintes variáveis: tempo de secagem; germinação; índice de velocidade de germinação; comprimento da plântula; massa fresca e seca da plântula e envelhecimento acelerado. De maneira geral, a secagem a temperatura de 43 °C promoveu menor tempo de secagem e melhores resultados de germinação quando testados imediatamente após a realização da secagem, porém, quando submetidos ao envelhecimento acelerado reduziu sua viabilidade e vigor, evidenciando efeito latente prejudicial, não sendo recomendadas para armazenamento.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicon*, desidratação, germinação, vigor, armazenamento.

Abstract

Effect of drying on the physiological quality of tomato seed.

The drying process is related to a physiological quality of the seeds. The water content present in the seeds has a direct effect on the longevity and conservation of the seeds. Therefore, the objective of this study was to evaluate the behavior in the germination of tomato seeds cv. Yoshimatsu, in relation to their sensitivity to dehydration. The seeds were oven dried at the constant temperature of 35 °C, 43 °C, 35 °C + 43 °C and natural drying at 26 °C. In all cases, the seed were dried until a moisture content of 7% was achieved. The experimental design was the fully integrated, composed of two forms of drying, natural and artificial, with four replicates and experimental units of fifty seeds. The physiological quality of the seeds was evaluated by the following variables: drying time; germination; index of germination speed; length of seedlings; fresh and dry mass of the seedling and accelerated aging. In general, a temperature sequence of 43 °C promoted a lower drying time and better germination results when tested, immediately after drying, but when subjected to accelerated aging there was a reduction in viability and vigor, revealing a harmful latent effect, and therefore not being recommended for storage.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, dehydration, germination, vigor, storage.

Introdução

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é originário da América do Sul, e considerado uma das principais hortaliças em termos econômico e social, destacando-se pelo seu valor nutricional (Vilela et al., 2012). Caracteriza-se por possuir alto teor de caroteno, niacina, tiamina e licopeno, substância considerada eficiente na prevenção do câncer de próstata e no fortalecimento do sistema imunológico (Garcia-Alonzo et al., 2009). Em 2014, a produção mundial de tomate atingiu cerca de 170 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 5 milhões de hectares (FAO, 2017).

Dentro do gênero, o tomateiro é descrito como uma planta herbácea, autógama e perene, no entanto, cultivada anualmente. É caracterizado por uma ampla variabilidade fenotípica, com frutos de vários tamanhos e formatos, de coloração entre amarelo e vermelho. Conforme grupo e cultivar, apresenta superfície lisa ou canelada com dimensões arredondadas, alongada ou elíptica, composto internamente por dois a dez lóculos. As sementes são pequenas e pilosas, protegidas por mucilagem placentária quando dentro do fruto (Alvarenga, 2013).

Após a colheita, uma das etapas de beneficiamento das sementes é a secagem, que possui o princípio de minimizar o metabolismo da semente, à medida que ocorre a diminuição no teor de água, o que contribui para diminuir a taxa de deterioração e aumentar o período em que as sementes podem ser armazenadas, sem perder a qualidade fisiológica (Marcos Filho, 2015). Ainda, o teor de água das sementes está diretamente relacionado à atividade de insetos e microrganismos, cuja atividade é proporcional ao teor de água das sementes (Smaniotto et al., 2014).

O processo de secagem pode ocorrer de duas formas: natural e artificial (Engelhardt & Arrieche, 2016). A secagem natural tem como fonte de calor o sol e a ação do vento, sem o uso de equipamentos mecânicos e/ou eletroeletrônicos, é amplamente utilizada em países tropicais e subtropicais (Tunde-Akintunde & Ogunlakin, 2011). Na secagem artificial podem ser utilizados vários métodos, entre os quais o da estufa, onde a circulação de ar e a temperatura são controladas, independentemente das condições climáticas (Oliva et al., 2012). No entanto, a secagem, dependendo da forma como é conduzida, pode danificar as sementes, implicando na redução de sua qualidade fisiológica e no potencial de armazenamento (Silva et al., 2011).

A qualidade fisiológica das sementes é reduzida quando o processo de secagem promove danos relacionados com a ruptura da membrana com posterior aumento da condutividade elétrica e lixiviação de açúcares (Nakada et al., 2010). Outras desvantagens de uma secagem mal executada é a perda de alguns nutrientes, o aparecimento de cor indesejável e a alterações na textura das sementes (Adedeji et al., 2008). Os danos térmicos podem não manifestar efeitos imediatos na germinação, contudo, após um período de armazenamento, o vigor das sementes pode sofrer reduções consideráveis (Avelar et al., 2011).

Em geral, recomenda-se que a secagem de sementes seja realizada empregando temperatura que varia entre 35 °C a 43 °C; quando as sementes já estão parcialmente secas essa temperatura pode ser mais elevada (Harrington, 1972). No entanto, a temperatura máxima às quais as sementes podem ser expostas, durante a secagem, depende da espécie em questão, do teor de água inicial, do método de secagem e do tempo de exposição a essa condição (Zonta et al., 2011). Quanto ao teor de água, a

maioria das sementes de hortaliças é submetida à secagem até atingir teores de água entre 5% e 7% (Costa, 2012).

Assim, este estudo tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes temperaturas e condições de secagem no comportamento germinativo de sementes de tomate cv. Yoshimatsu.

Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, campus de Colorado do Oeste. Os frutos de tomate cv. Yoshimatsu utilizados foram obtidos de cultivos no setor de Produção Vegetal no município de Colorado do Oeste (13°06'S e 60°29'O, altitude de 393 metros), Estado de Rondônia, Brasil.

Os frutos apresentavam epicarpo de coloração vermelha, indicando a maturidade fisiológica das sementes (Dias et al., 2006). As sementes foram beneficiadas de forma manual, com remoção da mucilagem em solução de ácido clorídrico, na concentração de 3% (vol./vol.), por 60 minutos em agitação. Posterior, às sementes foram lavadas em água corrente e colocadas sobre papel toalha para a retirada do excesso de água. O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105±3°C por 24 horas, com três repetições de 1,5 gramas segundo Brasil (2009).

O procedimento de secagem das sementes seguiu os seguintes tratamentos: secagem natural, com revolvimento constante das sementes, mantido em ambiente a 26 °C e 58% de umidade relativa; e secagem artificial em estufa de ventilação e renovação de ar sobre temperatura constante de 35 °C, 43 °C e 35 °C até umidade de 20%, seguida de secagem a temperatura de 43 °C, com valor de umidade final estabelecido em 7,0%. A massa total de sementes foi separada em quatro lotes homogêneos distribuídos sobre peneiras, com umidade inicial e peso previamente conhecidos. Durante a secagem, em intervalos estabelecidos, as peneiras com as sementes eram pesadas até atingirem as massas finais, monitorado pela perda de peso através de sucessivas pesagens, calculado conforme fórmula: $Pf = Pi (100 - Ui)/(100-Uf)$ na qual, Pf = peso final da amostra, Pi = peso inicial da amostra, Ui = umidade inicial da amostra e Uf = umidade final da amostra.

Posterior ao processo, as sementes secas pelo método artificial foram acondicionadas em embalagens impermeáveis e armazenadas em local com temperatura média de 20°C, por um período de 30 dias, enquanto as sementes secadas naturalmente alcançava o teor de umidade estabelecido. Este tempo de repouso foi utilizado para proporcionar o equilíbrio higroscópico de forma homogênea na massa de sementes de cada lote.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através das seguintes variáveis:

Germinação: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes acondicionados em papel “germiteste”, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos de papel foram acondicionados em sacos de polietileno e mantidos em temperatura média de 27°C e umidade relativa de 59%. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentavam protrusão da raiz primária com contagem final ao 14° dia após a instalação do teste (Brasil, 2009).

Primeira contagem de germinação: realizada juntamente ao teste de germinação, registrando o número de plântulas anormais obtidas no 5° dia após o início do teste de germinação, os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

Índice de velocidade de germinação: aplicado conjuntamente com o teste de germinação, em que se computou o número de sementes germinadas diariamente, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, e cujo índice foi calculado conforme fórmula proposto por Maguire (1962):

$$IVG = \sum_{i=1}^n \frac{Gi}{Ni}$$

na qual, o Gi é o percentual de sementes germinadas computadas durante os i dias de contagem e o Ni é o número de dias após a implantação do teste.

Comprimento da plântula: Ao final do teste de germinação, a altura das plântulas normais de cada repetição foi medida tomando o comprimento da raiz principal até a inserção da primeira folha com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula⁻¹.

Massa fresca e seca da plântula: as plântulas normais de cada repetição foram colocadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação de ar forçada a 65°C até atingir peso constante (48 horas), decorrido esse período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecadores, e posteriormente pesadas em balança analítica com (0,001 gramas), sendo os resultados expressos em gramas por plântula⁻¹ (Nakagawa, 1999).

Envelhecimento Acelerado: conduzido em caixas plásticas tipo “gerbox”, contendo 60 ml de água destilada e as sementes distribuídas sobre tela metálica no interior da caixa, sem contato direto com a água. Foram distribuídas 400 sementes em cada tratamento, sendo as caixas tampadas e mantidas em estufa em temperatura de 42 °C por 72 horas (Brasil, 2009). Decorrido o período de exposição, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrição anteriormente, com posse desses dados foi determinada a primeira contagem de germinação, o índice de velocidade de germinação, comprimento da plântula, massa fresca e seca da plântula.

Delineamento experimental: o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e unidades experimentais de cinquenta sementes, sendo os tratamentos composto por secagem natural (26 °C) e artificial em temperaturas de 35 °C, 43 °C, 35 °C + 43 °C. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa ASSISTAT versão 7.7 (Silva & Azevedo, 2016).

Resultados e discussão

As sementes de tomate apresentavam umidade inicial de 66,4%, o teor de água das sementes obtidas ao final do processo de secagem e o tempo gasto nessa operação são apresentados no quadro 1. Os métodos de secagem em estufa a 35 °C, 43 °C e 35 °C + 43 °C foi realizada até estas alcançarem teores de água de 7%. Para as sementes secas em condição natural a 26 °C, as circunstâncias ambientais não permitiram a secagem até o nível estabelecido (7,0%), sendo atingido o equilíbrio higroscópico com grau de umidade de 8,4%.

O tempo necessário para as sementes atingirem o teor de água desejado diferiu entre as sementes secas em estufa e de forma natural. Para a secagem em estufa sobre temperatura constante de 43 °C, 35 °C, 35 °C + 43 °C a operação foi realizada em 5,25, 6 e 7 horas, já a secagem natural o tempo gasto foi de 720 horas. Assim, nota-se que com o aumento da temperatura tem-se uma redução do tempo de secagem, evidenciando a maior velocidade de retirada de água. Este mesmo resultado foi encontrado por

Ullmann et al. (2015) trabalhando com secagem em sementes de sorgo sacarino e Oliveira et al. (2016) com sementes de milho. Em outro estudo, Peske & Villela (2003) relatam que o tempo de secagem pode ser muito importante na tomada de decisão para otimizar o sistema de secagem.

Quanto à germinação, observou-se que a secagem das sementes a temperatura de 43 °C apresentou valor superior (93%) em relação aos demais métodos de secagem. Para essa variável, também foi observado que o método de secagem natural apresentou baixos índice de germinação (78%), com perda acentuada da capacidade germinativa das sementes (quadro 2). Isto se assemelha ao que foi encontrado por Zonta et al. (2011), em que sementes de pinhão-manso secas em estufa a 43 °C apresentaram melhores resultados de germinação e à secagem a sombra mostrou-se prejudicial à qualidade das sementes. De qualquer modo, a germinação em todos os tratamentos foi superior ao estabelecido pelo padrão brasileiro de germinação de sementes de tomate, que é de 70% (Castellane et al., 1990).

Com relação ao vigor das sementes, avaliado através da primeira contagem de germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz (CR) e massa seca da raiz (MSR), nota-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Contudo, o comprimento da parte aérea (CPA) e a massa seca da parte aérea (MSPA) tiveram comportamento semelhante (quadro 2). Para estas duas variáveis, as sementes secas a 43 °C; 35 + 43 °C e a secagem natural proporcionaram resultado superior ao obtidos em secagem a 35 °C. Segundo Dode et al. (2012), são consideradas sementes mais vigorosas e de boa qualidade fisiológica as que apresentam superioridade na massa seca e fresca.

Quando as sementes foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, verifica-se que a secagem de forma natural proporcionou melhores resultados de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e menor incidência de plântulas anormais (quadro 3). Por outra lado, foram classificadas como sendo de menor vigor as sementes submetidas a secagem em 43 °C, uma vez que, após uma condição de estresse, tiveram menor porcentagem de germinação e maior taxa de plantas anormais. Este resultado permite estimar a menor resistência das sementes a um possível período de armazenamento.

Marcos Filho (2015) relata que o teste de envelhecimento acelerado baseia-se em simular fatores ambientais adversos, as sementes são expostas a elevada temperatura e umidade relativa, os quais estão relacionados com o avanço da deterioração das sementes. Assim as sementes com maior vigor tem a capacidade de produzir plântulas normais e apresentar germinação elevada. Logo, as sementes que possuem pior qualidade fisiológica deterioram-se mais rapidamente após submeter ao teste (Pereira et al., 2012).

Para as variáveis, comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) tiveram comportamento semelhante à germinação, observando que os valores inferiores foram proporcionados na secagem a 43 °C. Por outro lado, o comprimento de parte aérea (CPA) não apresentou diferencia significativa entre os tratamentos. Conforme Nakagawa (1999) as sementes mais vigorosas promovem uma maior mobilização dos compostos de reserva dos cotilédones para o eixo embrionário, á medida que ocorre a redução na massa seca cotiledonar promove o aumento na produção de biomassa, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria.

Conclusões

A secagem de sementes de tomate cv. Yoshimatsu em estufa a 43 °C apresentou qualidade fisiológica superior quando submetida à germinação imediata.

No teste de envelhecimento acelerado as sementes submetidas à secagem natural apresentaram maior viabilidade e vigor, já as sementes secas em 43 °C evidenciaram efeito latente prejudicial não sendo recomendada para armazenamento.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Colorado do Oeste, Rondônia (IFRO) pelas condições oferecidas que permitiram a realização do presente trabalho e a Márcia Regina Muniz de Queiroz, Maylla Muniz Sprey e Graziely Ramalho de Souza pela colaboração e suporte ao trabalho.

Referências

- Adedeji, A.A., Gachovska, T.K., Ngadi, M.O. & Raghavan, G.S.V. 2008. Effect of pretreatments on drying characteristics of okra. *Drying Technology* 26(10):1251-1256.
- Alvarenga, M.A.R. 2013. Tomate: Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. UFLA, Lavras.
- Avelar, S.A.G., Levien, A.M., Peske, S.T., Villela, F.A. & Baudet, L. 2011. Secagem estacionária de sementes de soja com ar desumidificado por resfriamento. *Revista Brasileira de Sementes* 33(3):454-462.
- Brasil. 2009. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento, Brasília.
- Castellane, P.D., Nicolosi, W.M. & Hasegawa, M. 1990. Produção de sementes de hortaliças. FCAV; FUNEP, Jaboticabal.
- Costa, C.J. 2012. Deterioração e armazenamento de sementes de hortaliças. Embrapa, Pelotas.
- Dias, D.C.F.S., Ribeiro, F.P., Dias, L.A., Silva, D.J.H. da. & Vidigal, D.S. 2006. Maturação de sementes de tomate em função da ordem de frutificação na planta. *Revista Ceres* 53(308):446-456.
- Dode, J.S., Meneghello, G.E., Moraes, D.M de. & Peske, S.T. 2012. Teste de respiração para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de girassol. *Revista Brasileira de Sementes* 34(4):686-691.
- Engelhardt, B.A.S. & Arrieche, L. da S. 2016. Análise da secagem de amêndoas de cacau por convecção forçada a partir de diferentes secadores. *Brazilian Journal of Production Engineering* 2(2):18-26.
- Food and Agricultural Organization. 2017. www.fao.org
- Garcia-Alonso, F.J., Bravo, S., Casas, J., Perez-Conesa, D., Jacob, K. & Periago, M.J. Changes in Antioxidant Compounds during the Shelf Life of Commercial Tomato Juices in Different Packaging Materials. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57:6815-6822.
- Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity. p. 145-245. In: T.T. Kozlowski (ed.), *Seeds biology*. Academic Press, New York.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for emergence and vigour. *Crop Science* 2:176-177.
- Marcos Filho, J. 2015. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Abrates, Londrina.

- Nakada, P.G., Oliveira, J.A., Melo, L.C. de., Silva, A.A. da., Silva, P.A. da. & Perina, F.J. 2010. Desempenho durante o armazenamento de sementes de pepino submetidas a diferentes métodos de secagem. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(3):42-51.
- Nakagawa, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. p. 1-24. In: F.C. Krzyzanoski, R.D. Vieira e J.B. França Neto (eds.), *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Abrates, Londrina.
- Oliva, A.C.E., Biaggioni, M.A.M. & Cavariani, C. 2012. Efeito imediato do método de secagem na qualidade de sementes de crambe. *Energia na Agricultura* 27(3):16-30.
- Oliveira, D.E.C. de., Resende, O., Smaniotto, T.A. de S. & Campos, R.C. 2016. Qualidade fisiológica de sementes de milho submetidas a diferentes temperaturas na secagem artificial. *Global Science and Technology* 9(2):25-24.
- Pereira, M.D., Martins Filho, S. & Laviola, B.G. 2012. Envelhecimento acelerado em sementes de pinhão manso. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 42(1):119-123.
- Peske, S.T. & Villela, F. 2003. Secagem de sementes. p. 283-322. In: S.T. Peske, M. Rosenthal e G.R.M. Rota (Ed.), *Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos*. UFPel, Pelotas.
- Silva, F.A.S. & Azevedo, C.A.V. 2016. The Assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African journal of Agricultural Research* 11(39):3733-3740.
- Silva, T.T. de A., Oliveira, J.A., Carvalho, M.L.M., Vieira, A.R., Costa, R.R.C. & Abreu, L.A de S. 2011. Teor de água na colheita e temperatura de secagem na qualidade de sementes de sorgo, durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 10(1):66-81.
- Smaniotto, T.A de S., Resende, O., Marçal, K.A.F., Oliveira, D.E.C. & Simon, G.A. 2014. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18(4):446-453.
- Tunde-Akintunde, T.Y. & Ogunlakin, G.O. 2011. Influence of drying conditions on the effective moisture diffusivity and energy requirements during the drying of pretreated and untreated pumpkin. *Energy Conversion and Management* 52(2):1107-1113.
- Ullmann, R., Resende, O., Chaves, T.H., Oliveira, D.E.C de. & Costa, L.M. 2015. Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de ar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 19(1):64-69.
- Vilela, N.J., Melo, P.C.T., Boiteux, L.S. & Clemente, F.M.V.T. 2012. Perfil socioeconômico da cadeia agroindustrial no Brasil. p. 17-27. In: F.M.V.T. Clemente e L.S. Boiteux, (eds.), *Produção de tomate para processamento industrial*. Embrapa, Brasília.
- Zonta, J.B., Araújo, E.F., Araújo, R.F. & Dias, L.A.S. 2011. Diferentes tipos de secagem: Efeitos na qualidade fisiológica de sementes de Pinhão manso. *Revista Brasileira de Sementes* 33(4):721-731.

Quadro 1 - Tempo de secagem e teor final de água nas sementes de tomate cv. Yoshimatu, nas diferentes condições de secagem.

Condição de secagem	Tempo	Teor final de água
35 °C	6h	7,0%
43 °C	5h25min	7,0%
35 °C + 43 °C	7h	7,0%
Secagem natural	720h	8,4%

Quadro 2 - Germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) em diferentes temperaturas e condições de secagem.

Condição de secagem	G (%)	PC (%)	IVG (% dia ⁻¹)	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (g)	MSR (g)
35 °C	78 b	16 a	15,9 a	3,71 b	7,02 a	0,038 b	0,014 a
43 °C	93 a	6 a	17,3 a	4,03 a	6,85 a	0,046 a	0,018 a
35 °C + 43 °C	85 ab	14 a	15,3 a	3,98 a	6,63 a	0,040 ab	0,016 a
Secagem natural	78 b	18 a	16,7 a	3,91 ab	7,15 a	0,039 ab	0,016 a
CV (%)	7,77	49,1	6,33	3,0	9,01	8,08	11,13

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quadro 3 - Teste de envelhecimento acelerado em sementes de tomate cv. Yoshimatsu, germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR).

Condição de secagem	G (%)	PC (%)	IVG (% dia ⁻¹)	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (g)	MSR (g)
35 °C	68 ab	29 ab	18,3 b	3,52 a	5,97 ab	0,040 a	0,014 a
43 °C	45 b	39 a	19,2 ab	3,23 a	4,88 b	0,023 b	0,007 b
35 °C + 43 °C	72 a	26 ab	19,2 ab	3,71 a	6,16 a	0,040 a	0,014 a
Secagem natural	74 a	22 b	20,6 a	3,90 a	6,65 a	0,040 a	0,014 a
CV (%)	16,76	24,01	5,43	9,76	9,63	20,82	18,04

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Floral induction, production and seed quality of parsley cultivars as influenced by plants vernalization periods

Cibele Chalita Martins¹; Carla Gomes Machado²; Mauricio Feis Ganz Sanches¹ & Roberval Daiton Vieira¹

¹FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil, cibeled@fcav.unesp.br

²UFG, Campus Jatobá, Jataí, GO, Brasil, carlagomesmachado@gmail.com

Abstract

In the production of parsley (*Petroselinum crispum*) seeds is recommended the cultivation in locations of low temperatures to permit the emission of floral stalk. The study aimed to verify the effect of vernalization on floral induction, production and quality of parsley seeds. Ten plants of three cultivars (Caipira, Chacareira and Lisa Grande Portuguesa) grown in pots for six months were submitted to vernalization at 5°C for 0, 15, 30 and 45 days. After treatment, the plants were transferred to greenhouse and evaluated for period and flowering percentage, seed yield per plant and seed quality. The seed quality was evaluated by weight of a thousand seeds, germination (percentages of normal and abnormal seedlings, dormant and dead seeds), first count of germination, accelerated aging, dormancy after accelerated aging, seedling emergence in the field and seed water content before and after accelerated aging. It was concluded that vernalization does not promotes floral induction and production of parsley seeds. For 'Lisa Grande Portuguesa' cultivar, the vernalization of the plant for 30 days enables the production of seed with high germination and vigor. Parsley seed dormancy can be caused by plant vernalization periods between 30 and 45 days depending on the cultivar, followed by the exposure of the seeds to the conditions of high temperature and relative humidity of the air (41 °C/100%, UR/72 h).

Keywords: *Petroselinum crispum*, flowering, dormancy, seed vigor, vegetables.

Resumo

Indução floral, produção e qualidade de sementes de cultivares de salsa em função de períodos de vernalização das plantas.

Na produção de sementes de salsa (*Petroselinum crispum*) recomenda-se o cultivo em locais de baixas temperaturas para possibilitar a emissão do pendão floral. O objetivo do trabalho foi verificar o efeito da vernalização (0, 15, 30 e 45 dias) na indução floral, produção e qualidade de sementes de salsa. Dez plantas de três cultivares (Caipira, Chacareira e Lisa Grande Portuguesa) cultivadas em vasos por seis meses, foram submetidas à vernalização a 5 °C por 0, 15, 30 e 45 dias. Após o tratamento, foram transferidas para casa-de-vegetação e avaliadas quanto à época e porcentagem de florescimento, produção de sementes por planta e qualidade das sementes. A qualidade foi avaliada por meio da determinação da massa de mil sementes, teste de germinação (porcentagens de plântulas normais, anormais, sementes dormentes e mortas), primeira contagem de germinação, teste do envelhecimento acelerado, dormência após o envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em campo, teor de água das sementes antes e após o envelhecimento acelerado. Concluiu-se que a vernalização não promoveu a indução floral e a produção de sementes. Para a cultivar 'Lisa Grande Portuguesa', a vernalização da planta por 30 dias possibilitou a produção de sementes

com maior germinação e vigor. A dormência das sementes pode ser causada pela vernalização das plantas por períodos entre 30 e 45 dias, dependendo da cultivar, seguida de exposição das sementes produzidas a condições de altas temperaturas e umidade relativa (41 °C/100%UR/72h).

Palavras-chave: *Petroselinum crispum*, florescimento, dormência, vigor de sementes, hortaliças.

Introduction

Parsley [*Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman ex A.W. Hill] is a biennial herbaceous plant that can be also grown as an annual crop. It is originated from Europe and cultivated in Brazil for more than 300 years. It is one of the most popular plants in the world gastronomy, its leaves being consumed either fresh or dehydrated. Its culm is erect, reaching a height between 15 and 30 cm. Parsley regenerates easily and consequently, enables various harvest during the year (Filgueira, 2003).

Parsley plants grow better under warm temperatures, and are damaged by extreme temperatures, both high and low. It can be sown during the whole year in the South of Brazil, in São Paulo and Minas Gerais states. In other Brazilian states and regions, sowing should take place between February and November. For the production of seeds, the recommendation is to grow the plants in low altitude and low temperature sites to induce the emission of the flower rachis (Filgueira, 2003).

The floral induction process consists of the transformation of the vegetative bud into reproductive or floral bud under a stimulus from the environment; if this stimulus does not take place, there will be no fruit and seed production (Nascimento, 2005; Marcos-filho, 2005). But, to respond to the stimulus, the biennial species should surpass the juvenile period and exhibit a certain vegetative growth which is genotype dependent since the buds and meristem tissue are the receptors of those stimuli (Marcos-filho, 2005; Alessandro & Galmarini, 2007).

Some vegetable crops demand low temperatures for the induction of flowering and, consequently, the production of seeds, such as are the cases of onion, carrot, and cauli-flower. These are conditions which can be artificially provided to the plants in cold chambers in a process named vernalization.

The temperature range that brings about floral induction depends on genetic characteristics and, for most of the vegetable crops, it is between 5 and 10 °C (Filgueira, 2003; Marcos-filho, 2005; Alessandro & Galmarini, 2007; Verdial et al., 2007). But no research information concerned to the effects of vernalization on parsley seed production were found.

So, the objective of this research was to verify the effects of plant vernalization on the floral induction, production and quality of parsley seeds.

Material and Methods

The experiment was carried out in São Manuel Experimental Farm and at the Seed Analysis Laboratory of the Faculty of Agronomic Sciences at UNESP, São Paulo State, Brazil (22°44'50" S, 48°34'00" WGr.; altitude 765 m; climate Cwa, hot temperature in general, with rains in the summer and drought in the winter (Cunha & Martins, 2009). Parsley seeds from 'Caipira', 'Chacareira', and 'Lisa Grande Portuguesa' cultivars were sown in September of 2008 in 1.5 L vases which were filled with a mixture in equal proportions of soil, sand and, Plantmax[®] and the plantlets grown under greenhouse conditions. Plants remained for six months in these conditions

so that there was sufficient vegetative growth to become sensitive to vernalization process (Samuolien et al., 2009).

After this period (end of March of 2009), for each cultivar and at 15 day intervals, 10 vases with one plant per vase were transferred to a cold chamber (5 °C) making a total of 90 vases with a maximum permanence period of 45 days. So, the treatments analyzed in this experiment were four vernalization periods (0, 15, 30, and 45 days) and three cultivars (Caipira, Chacareira and Lisa Grande Portuguesa). At the end of the vernalization procedure (May 15th, 2009), all the vases were transferred to a greenhouse, for the following evaluations:

Flowering and seed production - The percentage of plants emitting floral rachises and the moment it took place. Among the plants submitted to vernalization, eight were randomly taken and their seed production evaluated. Seeds were harvested, cleaned, weighed and the results expressed in g of seeds per plant. In the laboratory, the seeds of each treatment were homogenized and submitted to the following determinations and tests:

One thousand seeds weight - It was determined with basis on the weight 100 seed samples randomly taken from the seeds. The samples were weighed and the results expressed in g (BRASIL, 2009).

Germination test - This test was carried out with four 50 seed samples. The seeds were spread on top of two filter paper which were wet with an amount of water equal to 2.5 times the weight of the paper in 11 × 11 × 3.5 cm transparent plastic boxes. The boxes were placed in a germination chamber at 20 °C with counting taking place 10 and 28 days after sowing. Percentage of normal and abnormal seedlings were determined (Brasil, 2009).

First count of germination - This was the percentage of normal seedlings counted on the 10th day after the beginning of the germination test (Brasil, 2009).

Accelerated ageing test - We carried out with 2 g of seeds spread on top of a screen in a transparent plastic box (11 × 11 × 3.5 cm) to which 40 mL of water was added and kept at 41 °C (100%) for 72 hours (Rodo et al., 2000). Then, the seeds were submitted to the standard germination test and the resulting seedlings evaluated on the 10th day. **Tetrazolium test** - It was executed after germination and accelerated aging tests, using the remaining seeds from each one. Seeds were longitudinally and medially sectioned through the embryo. One of the halves of each seed was immersed in a 0.1% tetrazolium solution and kept in a dark chamber at 35 °C for a period of 60 minutes. After that period, the seeds were washed and the evaluation made immediately after and the seeds were classified as either dormant (after germination and accelerated aging tests) or dead (after germination test) (Andrade et al., 1996).

Seed water content - Seed water content was determined before and after the seeds were artificially aged using two samples per lot by the oven method with high temperature for a short period of exposition, that is, 130 ± 3 °C/1 hour (Brasil, 2009).

Seedling emergence in the field - Four replications of 100 seeds were sown in 0.8 m long and 1.0 cm deep rows. The distance between rows was of 10 cm. During the test duration, when necessary, irrigations were made at the end of the day. Seedling counts were made 40 days after sowing with the results being presented in percentage (Vieira & Carvalho, 1994).

Statistical procedures - A completely random design with eight repetitions for seed production and 1000 seeds weight and four repetitions for the other determinations was adopted. The treatments were arranged in a 4 × 3 factorial scheme in which 4 were

the vernalization periods and 3 the cultivars. Means were compared with the Tukey test at the level of 5% of probability.

Results and Discussion

The beginning of the floral rachis emission occurred one year after sowing (approximately four months after vernalization) and 90 to 100% of the plants flowered, regardless of cultivar and vernalization treatments. Alessandro and Galmarini (2007) and Verdial et al. (2007) reported results with carrot and strawberry in which floral induction was caused by vernalization depending on cultivar and time of exposition to low temperatures. For parsley, probably the flowering stimulus may be caused by other factors such as, perhaps, the photoperiod or this factor in association with low temperatures such as reported for some carrot and lettuce cultivars and beetroot (Nascimento, 2005). At the time of the year in which flower rachises started to be emitted, day length in São Manuel county was of approximately 11 hours and 50 minutes.

Seed production of evaluated cultivars was not affected by vernalization with the exception of 'Caipira' cultivar which yielded less than 'Chacareira' cultivar when vernalization period was of 45 days (Table 1).

Vernalization had no effect on the translocation and accumulation of seed reserves and thus on seed mass as shown by the determination of the mass of 1,000 seeds. 'Lisa Grande Portuguesa' parsley produced seeds lighter than those of the 'Caipira' but similar to those of the 'Chacareira' cultivar. 'Chacareira' seeds are of intermediate weight, not different from that of the 'Caipira' cultivar under some environmental conditions, such as when vernalization is not applied or when this treatment lasts for 30 days (Table 1). In this way, seeds of different cultivars exhibited different masses since this is a genetically determined characteristic (Brasil, 2009). Same behavior was verified for carrot seeds progenies, species belonging to the family Apiaceae, as parsley (Martins et al., 2014).

The one thousand seed mass is usually used to calculate sowing density and the number of seeds per package and since it is genetically determined, that is, it depends on the cultivar, its information is not demanded by the Ministry of Agriculture for the commerce of Vegetable seed lots (BRASIL, 2009).

Taking in consideration that seed production per plant was similar but the weight of the 'Lisa Grande Portuguesa' cultivar seeds was lower, it may be concluded that that cultivar produces a larger number of seeds, which are lighter than the seeds of the other cultivars.

The lower weight of the seeds seems to have hampered the seeds physiological quality, since the 'Lisa Grande Portuguesa' cultivar, as a general result, showed the highest proportions of dead seeds and also was the one displaying the lowest vigor, according to results of the first count of germination, accelerated aging, seedling emergence in the field, and germination tests (Table 1).

In a similar way, it was found that carrot seeds of greater sizes exhibited the highest physiological potential since they had larger storage tissues, unlike smaller seeds, which tended to low germination results and low vigor seedlings (Santos et al., 2010; Martins et al., 2013).

However, after 30 days of vernalization, seeds of 'Lisa Grande Portuguesa' cultivar showed highest germination percentage, similar to the other cultivars, and lower percentage of dead seeds (Table 1). This phenomenon is caused by metabolic adaptations of biannual species of temperate climate for the survival and perpetuation of

the species under ecological conditions of freezing winters and springs with mild temperatures, as simulated by vernalization (Nascimento & Guedes, 1988; Martins et al., 2013). Cultivars and vernalization periods did not affect the percentage of abnormal seedlings, which were relatively low (between 0.0 and 1.5%), indicating that the treatments had no influence on this characteristic.

Vigor level of the parsley seeds of the 'Lisa Grande Portuguesa' cultivar, as evaluated by the first count of germination and seedling emergence in the field tests, was favorably influenced by the vernalization treatment of the plants for 30 and 45 days. Particularly the vernalization period of 30 days also resulted in the production of seeds of the highest germination with the lowest percentage of dead seeds and these results were significantly better than the others. The accelerated aging test did not detect significant differences in the vigor of seeds of the 'Lisa Grande Portuguesa' and 'Chacareira' cultivars ascribable to vernalization. Though the seeds of the 'Caipira' cultivars produced under conditions of vernalization for 30 and 45 days were of lower vigor, these results should be interpreted carefully since they were not confirmed by the other vigor tests. The results obtained for 30 days of vernalization could be ascribed to seed dormancy imposed to the seeds by the high temperature and relative humidity values characteristics of the accelerated aging procedure. In this research, when the accelerated aging test results were being evaluated, a high proportion of non-germinated seeds seemed not to have imbibed water. Thus a decision of keeping those seeds in the moist substratum for 28 days was made; that number of days would be the date of the final count in a standard germination test, followed by the procedure of submitting those firm, non-germinated, seeds to the tetrazolium test, to verify if their non germinability was due to their being dormant or dead.

This procedure allowed to verify that the seeds of the 'Lisa Grande Portuguesa', 'Caipira' and 'Chacareira' cultivars resulting from the vernalization treatments of 30, 30, and 45 days, showed, after accelerated aging, dormancy proportions of 42, 18, and 16%, respectively. It also permitted to verify that the plants of some parsley cultivars, submitted to 5 °C for periods between 30 and 45 days, produce seeds that may show dormancy, if submitted to high temperature and relative humidity values (provided, in this research work, by the conditions of the accelerated aging test).

As observed in this research, extreme conditions of temperature have been reported to be able to bring about dormancy in seeds as a defense mechanism to preserve seed viability under adverse conditions (Marcos-filho, 2005; Vivian et al., 2008; Oliveira et al., 2011; Carvalho & Nakagawa, 2012).

This is an important information for parsley seeds, since factors associated with the occurrence of dormancy in parsley seeds have not been clarified and the dormancy of those seeds is a common problem for the production of this species, causing tardiness and low uniformity in seedling emergence (Filgueira, 2003).

Caipira cultivar seeds production was hampered by the vernalization treatment for 15 days since they presented lower germination and higher proportion of dead seeds, probably due to genetic factors for ecological adaptation (Martins et al., 2013). On the other hand, this deleterious effect was not verified when seed vigor was determined by the first count of germination and seedling emergence in the field tests.

For the 'Caipira' cultivar the vernalization periods did not promote the production of seeds with germination speed (first count of germination test) and percentage of seedling emergence in the field different from the non-vernalized plants, thus indicating that the vernalization of the plants of that cultivar is not justifiable.

There are studies on genetic breeding and vernalization of carrot seed that verified different responses among genotypes for temperatures and periods of vernalization on the viability, vigor and seed germination (Nascimento & Guedes, 1988; Martins et al., 2013; Martins et al., 2014).

Seed physiological quality of 'Chacareira' was the least influenced by vernalization, because only the rate of dormancy before and after the accelerated aging treatment were affected.

Increasing periods of vernalization induced secondary dormancy in response to cold in 'Caipira' cultivar seeds, with higher production of dormant seeds before the accelerated aging test. The opposite effect was observed for the 'Chacareira' seeds while the 'Lisa Grande Portuguesa' cultivar was not influenced by that factor. These differences between cultivars are related to genetic causes and variable responses to environmental stimuli (Carvalho & Nakagawa, 2012; Martins et al., 2014).

The initial parsley seed water content was between 6.1 and 7.1%. This difference, from a biological point-of-view, is considered nonsignificant, thus allowing to conclude that the test results were not affected by differences in metabolic activity, the speed of moistening and seed deterioration due to the initial seed moisture.

Recommendation is made that differences in seed moisture content before the aging of seed samples are not larger than 2 percentage points (Marcos-Filho, 2005).

For the comparison of one thousand seeds weight, seed water content should also be approximately the same for the different samples (Brasil, 2009). These similar and relatively low moisture contents may be attributed to the low relative humidity of the air at the harvesting period and the period previous to the tests run to evaluate seed quality.

Conclusions

Parsley seed production and floral induction were not affected by vernalization process, however, it promoted changes on seed quality. Parsley seeds dormancy could be induced by the vernalization of the plants for periods of 30 to 45 days, depending on cultivar, when followed by the submission of the seeds to adverse conditions (high temperature and relative humidity).

References

- Alessandro, M.S. & Galmarini, C.R. 2007. Inheritance of vernalization requirement in carrot. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 132: 525–529.
- Andrade, R.N.B, Santos, D.S.B., Santos-Filho, B. G. & Mello, V. D. C. 1996. Testes de germinação e de tetrazólio em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. *Revista Brasileira de Sementes* 18: 108-116.
- Brasil. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília.
- Carvalho, N.M. & Nakagawa, J. 2012. Sementes: ciência, tecnologia e produção. FUNEP, Jaboticabal.
- Cunha, A.R. & Martins, D. 2009. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. *Irriga* 14: 1-11.
- Filgueira, F.A.R. 2003. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Ufv. Viçosa.
- Marcos-Filho, J. 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Fealq. Piracicaba.

- Martins, C.C., Silva, N. & Machado, C.G. 2013. Carrot seed size and progenies influence on seed physiological quality and plant productivity performance. *International Journal of Food, Agriculture and Environment* 11: 1143-1147.
- Martins, C.C., Silva, N. & Machado, C.G. 2014. Testes para a seleção de populações de cenoura visando ao vigor e à longevidade das sementes. *Ciência Rural* 44: 768-775.
- Nascimento, W.M. 2005. Produção de sementes de hortaliças para a agricultura familiar. Embrapa Hortaliças. Brasília.
- Nascimento, W.M. & Guedes, A.C. 1998. Efeito do tempo de frigorificação das raízes na produção e qualidade de sementes de cenoura, cv. Brasília. *Horticultura Brasileira* 6: 7-9.
- Oliveira, J.A., Silva, T.T.A., Von-Pinho, E.V.R. & Abreu, L.A.S. 2011. Secagem e armazenamento de sementes de sorgo com alto e baixo teor de tanino. *Revista Brasileira de Sementes* 33: 699-710.
- Rodo, A.B., Panobianco, M. & Marcos-Filho, J. 2000. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. *Scientia Agrícola* 57: 289-292.
- Samuolien, G., Duchovskis, P., Urbonaviciut, A. & Sabajevien, G. 2009. Flowering initiation in plants of different Apiaceae species. *Zemdirbyste-Agriculture* 96: 186-198.
- Santos, V.J., Garcia, D.C., Lopes, S.J. & Eichelberger, L. 2010. Qualidade fisiológica de sementes de cenoura classificadas por tamanho. *Ciência Rural* 40: 1903-1908.
- Verdial, M.F., Tessarioli-Neto, J., Minami, K., Scarpate-Filho, J.A., Christoffoleti, P.J., Scarpate, F.V., Barela, J.F., Del-Aguila, J.S. & Kluge, R.A. 2007. Vernalização em cinco cultivares de morangueiro. *Ciência Rural* 37: 976-981.
- Vieira, R.D. & Carvalho, N.M. 1994. Testes de vigor em sementes. Funep. Jaboticabal.
- Vivian, R., Silva, A.A., Gimenes, JR., M., Fagan, E.B., Ruiz, S.T. & Labonia, V. 2008. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência: breve revisão. *Planta Daninha* 26: 695-706.

Table 1 - Seed production, one thousand seed weight, first count of germination test, germination, abnormal seedlings, dormant and dead seeds, accelerated aging test, dormancy after accelerated aging, seedling emergence in the field, seed initial and after accelerated aging moisture content of parsley seeds of the cultivars 'Lisa Grande Portuguesa' (Lisa GP), 'Caipira', and 'Chacareira' produced by plants vernalized for 0, 15, 30, and 45 days at a temperature of 5 °C. São Manuel/SP, Brazil.

Vernalization	Lisa GP	Caipira	Chacareira	Lisa GP	Caipira	Chacareira
(days)	Seed production (g/plants)			1,000 seeds mass (g)		
0	69Aa	86Aa	82Aa	1.50Ba	1.97Aa	1.73ABa
15	82Aa	71Aa	70 Aa	1.49Ba	1.96Aa	1.64B a
30	79Aa	83Aa	88Aa	1.52Ba	1.93Aa	1.75ABa
45	78ABa	69Ba	98Aa	1.54Ba	1.95Aa	1.69B a
CV%	28.10			11.85		
	First count of germination (%)			Germination (%)		
0	46Bc	91Aa	86Aa	51Bc	93Aa	88Aa
15	51Bbc	83Aa	88Aa	60Bb	84Ab	90Aa
30	61Bab	93Aa	91Aa	89Aa	96Aa	95Aa
45	63Ba	86Aa	90Aa	66Bb	88Aab	91Aa
CV%	8.04			5.53		
	Abnormal seedlings (%)			Dormant (%)		
0	0.0	1.5	1.5	1.0 Ba	1.5 Bb	6.0 Aa
15	0.0	0.0	1.5	0.0 Aa	1.5 Ab	1.5 Aab
30	1.5	1.0	0.5	0.0 Aa	2.5 Aab	1.5 Aab
45	0.0	0.0	1.0	3.0 Aba	7.0 Aa	0.5 Bb
CV%	186.76			118.67		
	Dead seeds (%)			Accelerated Aging Test - AA (%)		
0	48 Aa	4Bb	4Bb	37Ca	92Aa	77Ba
15	40 Aa	14Ba	6Ca	36Ba	82Aab	91Aa
30	9 Ac	0Bb	3Aba	43Ba	74Ab	82Aa
45	31 Ab	5Bb	7Ba	35Ca	57Bc	80Aa
CV%	30.17			12.76		
	Dormancy after AA (%)			Seedling emergence in the field (%)		
0	4Ab	0Ab	0Ab	40Bc	82Aab	80Aa
15	0Ab	5Ab	0Ab	43Bbc	77Aab	84Aa
30	42Aa	18Ba	0Cb	58Ba	83Aa	83Aa
45	0Bb	0Bb	16Aa	50 Bab	73Ab	81Aa
CV%	68.13			7.31		
	Initial seed water content (%)			Seed water content after AA (%)		
0	7.0	6.3	6.7	28.8	33.9	28.0
15	7.0	6.6	6.4	32.7	37.5	29.0
30	6.6	6.4	6.4	37.2	34.1	28.6
45	7.0	6.1	6.7	32.4	24.2	36.7
CV%	0.93			5.59		

Means in the same column, followed by the same small letter, and in the same line, by the same capital letter, are not statistically different at the level of 5% of probability according to the Tukey test ($P < 0.05$). CV%: Coefficient of Variation.

Perfil químico de compostos orgânicos de diferentes genótipos de frutos imaturos de *Capsicum chinense* utilizando cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas (CG-EM)

Aminthia Pombo Sudré da Silva¹, Sthefanny de Almeida Neto¹, Antonio André da Silva Alencar¹, Sergio Luis Cardoso¹ & Maria Cristina Canela¹

¹Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Av. Alberto Lamego, 2000. aminthiapombo@gmail.com, sthefanny_almeida@hotmail.com, antonioandre14@hotmail.com, sergio.luis64@gmail.com, mccanela@gmail.com

Resumo

As pimentas do gênero *Capsicum* são amplamente comercializadas e consumidas no Brasil e no mundo. Seus frutos possuem altos valores vitamínicos, são fontes de ácido ascórbico, carotenoides, tocoferóis, flavonoides e capsaicinoides. A determinação do perfil químico pode fornecer informações importantes em relação a presença de compostos bioativos e possíveis aplicações medicinais. Frutos dos genótipos UENF 1715, UENF 1770 e UENF 1786 foram coletados e separados em partes. Para a análise de compostos orgânicos, o pericarpo foi liofilizado e macerado. Adicionou-se padrão interno n-C₂₀, extraiu-se com clorofórmio e levou-se ao ultrassom (20 minutos). As amostras foram eluídas em colunas de SPE obtendo-se três frações distintas: F1-hexano, F2-hexano/diclorometano 4:1 (v/v) e F3-diclorometano/metanol 9:1 (v/v). Todas as frações foram evaporadas com argônio e redissolvidas em seus respectivos solventes. As frações 2 e 3 foram derivatizadas em micro-ondas com BSTFA/TMCS, secas com argônio e redissolvidas com hexano. As frações foram analisadas através de CG-EM. Na F1 foram encontrados n-octacosano (UENF 1715 e UENF 1786 – 0,06 e 0,63 ng/μL, respectivamente), n-hexacosano, n-heptacosano, n-tritetracosano, n-nonacosano, γ sitosterol, campesterol, advastab 405, vitamina E, capsaicina e lupeol, variando em ocorrência e abundância entre os genótipos. Na F2 foram encontrados ácidos graxos, ésteres, esteróis e fenóis e, na F3 foram encontrados açúcares, ácidos graxos como os ácidos linoleico e linolênico, ácido benzoico, amidas, álcoois e aminas. Todos estes compostos foram identificados por derivatização com o trimetilsilil (TMS). Os resultados obtidos mostram que a composição química das pimentas variou em função do genótipo. A presença de advastab 405 foi identificada nos três genótipos. Os compostos, ácido benzoico e lupeol, estão presentes apenas no genótipo UENF 1715. O perfil químico dos diferentes genótipos é importante para identificar compostos de possíveis interesses farmacológicos.

Palavras-chave: pimenta, compostos bioativos, antioxidante, alcanos, extração em fase sólida.

Abstract

Chemical profile of organic compounds of different immature fruits genotypes of *Capsicum chinense* using gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS).

Capsicum peppers are widely marketed and consumed in Brazil and worldwide. Its fruits have high vitamin values, are sources of ascorbic acid, carotenoids, tocopherols, flavonoids and capsaicinoids. Determination of the chemical profile can

provide important information regarding the presence of bioactive compounds and possible medicinal applications. Fruits of genotypes UENF 1715, UENF 1770 and UENF 1786 were collected and separated into parts. For analysis of organic compounds, the pericarp was lyophilized and macerated. Internal standard n-C₂₀ was added, then the mixtures were extracted with chloroform and sonicated (20 minutes). The samples were eluted in SPE columns yielding three distinct fractions: F1-hexane, F2-4:1 (v/v) hexane/dichloromethane and F3-dichloromethane/methanol 9:1 (v/v). All fractions were evaporated with argon and redissolved in their respective solvents. Fractions 2 and 3 were derivatized in microwave with BSTFA/TMCS, dried with argon and redissolved with hexane. The fractions were analyzed by GC-MS. In F1, n-octacosane (UENF 1715 and UENF 1786 - 0.06 and 0.63 ng/μL, respectively), n-hexacosane, n-heptacosan, n-tritetracontan, n-nonacosane, sitosterol, campesterol, advastab 405, vitamin E, capsaicin and lupeol, varying in occurrence and abundance among the genotypes. In F2 fatty acids, esters, sterols and phenols were found and in F3 were found sugars, fatty acids such as linoleic and linolenic acids, benzoic acid, amides, alcohols and amines. All these compounds were identified for derivatization with trimethylsilyl (TMS). The obtained results indicated that the chemical composition of the peppers varied as a function of the genotype. The presence of advastab 405 was identified in the three genotypes. The compounds benzoic acid and lupeol are present only in genotype UENF 1715. The determination of the chemical profile of different genotypes is an important step for the search and identification of compounds of pharmacological interest.

Keywords: chili pepper, bioactive compounds, antioxidant, alkanes, solid phase extraction.

Introdução

A pimenta é uma planta herbácea anual da família *Solanacea* (Mosquera & Mendez, 1994). Explorações arqueológicas indicam que esta cultura era utilizada há 9.000 a.C., principalmente como medicamento (Rufino & Penteado, 2006). Outras formas de uso como conservante de alimentos e como condimento também foram relatadas. Segundo Perry et al. (2007), as pimentas faziam parte de uma dieta complexa com milho e outros cereais há mais de 6.000 a.C. no continente americano.

As pimentas do gênero *Capsicum* são amplamente comercializadas e consumidas no Brasil e no mundo. Seus frutos possuem altos valores vitamínicos, são fontes de ácido ascórbico, carotenoides, tocoferóis, flavonoides e capsaicinoides (Pinto et al., 2013). Também são fontes de conservantes naturais utilizados nas indústrias cosmética e alimentar, e compostos terapêuticos que são matéria prima para produção de fármacos (Kouassi et al., 2012).

O Brasil é considerado o centro de diversidade secundária do gênero *Capsicum*, entretanto, sua variabilidade genética é pouco conhecida e pesquisada para a grande maioria das espécies (Sudré et al., 2010). As espécies domesticadas mais cultivadas no território brasileiro são: *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. baccatum* var. *pendulum* (Bogusz Junior et al., 2012).

A espécie *C. chinense* é originária da planície tropical da América do Sul (Bacia Amazônica), sendo considerada a mais brasileira das espécies de pimenta (Pickersgill, 2007). As variedades das pimentas pertencentes a esta espécie são conhecidas como "pimentas de cheiro", por serem muito aromáticas. Algumas das variedades de *C. chinense* estão entre as mais pungentes do mundo (Pino et al., 2006). Elas são

ingredientes essenciais de várias receitas no Brasil, e o consumo deste tipo de especiaria representa uma característica relevante da cultura nacional e local (Sousa et al., 2006).

O perfil orgânico dos vegetais é influenciado por inúmeros fatores, como condições climáticas, tempo de amadurecimento, genótipos e técnicas de cultivo. Um dos fatores mais importantes é o estágio de maturação, pois, durante a maturação dos frutos, ocorrem várias modificações bioquímicas, fisiológicas e estruturais, e essas mudanças determinam os atributos de qualidade dos frutos (Menichini et al., 2009).

Os compostos bioativos são encontrados em pequenas quantidades em alimentos e são considerados ingredientes não nutricionais, entretanto, eles são importantes para a manutenção da saúde humana (Patil et al., 2009). Exemplos de compostos bioativos encontrados em *Capsicum* spp. são compostos fenólicos, flavonoides, carotenoides e capsaicinoides (Santos et al., 2015). A composição química pode diferir entre espécies, tanto qualitativa como quantitativamente (Silva, 2007).

Outra classe importante presente nas diversas espécies de plantas são os n-alcanos. A determinação de distribuições moleculares de n-alcanos pode ser usada para estabelecer a origem geográfica dos produtos de origem vegetal. A composição em termos de n-alcanos não é facilmente alterada em função da lavagem, manuseio ou transporte, devido à sua natureza hidrofóbica, mantendo-se praticamente inalterada na planta (Mihailova et al., 2015).

A cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM) é uma técnica muito adotada para a identificação de diferentes substâncias presentes em materiais naturais. Ela é extensivamente usada para analisar compostos como ésteres, ácidos graxos, álcoois, aldeídos, terpenos etc., pois pode analisar compostos que estão presentes em pequenas concentrações (Dubal & Kale, 2014).

O objetivo deste trabalho foi obter um perfil orgânico de frutos de três genótipos de pimentas da espécie *C. chinense* (UENF 1715, UENF 1770 e UENF 1786) comparando-se com os padrões n-C₂₁ a n-C₄₀ por meio da técnica CG-EM. Também foram identificados compostos no extrato de clorofórmio, sendo as frações eluídas em colunas de extração em fase sólida (SPE) de fase reversa C18.

Material e Métodos

Obtenção dos frutos

Os acessos UENF 1715, UENF 1786 e UENF 1770 foram semeados em bandejas de poliestireno de 128 células, contendo substrato comercial Vivatto[®]. Foram semeadas duas sementes por célula, com posterior desbaste para uma planta. As bandejas foram mantidas em câmara de crescimento até as mudas estarem com dois pares de folhas definitivas. O transplante foi feito para vasos plásticos de cinco litros, contendo uma mistura de terra, areia e esterco, na proporção de 1:1:1.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP), da UENF, em Campos dos Goytacazes, RJ. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso (DIC), com cinco repetições. Todos os tratamentos culturais utilizados seguiram os recomendados por Filgueira (2012) com algumas adaptações para cultivo protegido.

Preparação dos extratos

Os frutos dos genótipos UENF 1715 (fig. 1), UENF 1770 (fig. 2) e UENF 1786 (fig. 3) foram coletados em abril de 2016 e separados em duas partes: pericarpo e placenta com as sementes, utilizando-se somente o pericarpo. Após a separação, procedeu-se à liofilização e posterior maceração do pericarpo, pesando-se 1,0 g para cada amostra.

Análise CG-EM

Para a análise dos compostos orgânicos, adicionaram-se 9 μL de um padrão interno n-C₂₀ (10 ng/ μL), fez-se a extração com 10 mL de clorofórmio e levou-se ao ultrassom por 20 minutos (160W). As amostras foram eluídas em colunas de extração em fase sólida (SPE) *Bond Elut C18, Agilent*, obtendo-se três frações distintas: fração 1 (F1) - 5,5 mL de hexano, fração 2 (F2) - 7,5 mL de hexano/diclorometano 4:1 (v/v) e fração (F3) - 7,5 mL de diclorometano/metanol 9:1 (v/v). Todas as frações foram evaporadas sob atmosfera de argônio e depois redissolvidas em 1 mL em seus respectivos solventes de extração. Para a análise de n-alcanos em F1, as quantidades relativas dos n-alcanos mais abundantes e suas intensidades relativas foram comparadas com uma mistura de padrões (n-C₂₁ a n-C₄₀). Para quantificação, foram feitas curvas de calibração de n- C₂₁ a C₂₆, C₂₈, C₃₀, C₃₂, C₃₆, C₃₈ e C₄₀ nas concentrações de 5, 10, 15, 20 e 25 ng/ μL .

F2 e F3 foram derivatizadas em um micro-ondas com 40 μL de BSTFA/TMCS (N, O-bis (trimetilsilil) trifluoroacetamida e cloreto de trimetilsilil, 9:1, v:v), posteriormente secas com argônio e redissolvidas com 200 μL de hexano. Todas as frações (F1, F2 e F3) foram injetadas no cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas (CG-EM) GCMS QP2010 *Plus Shimadzu*.

As condições cromatográficas foram: hélio como gás de arraste sob fluxo de 0,80 mL/min. na coluna capilar SLBTM-5ms de 30 m (SUPELCO, I.D. 0,25 mm, espessura do filme de 0,25 μm), volume de injeção de 1 μL . A programação da temperatura foi de 50 °C (2 min) com taxa de aquecimento de 40 °C/min até 80 °C (2 min), com taxa de aquecimento de 20 °C/min até 130 °C, por fim com taxa de aquecimento de 4 °C/min 300 °C (10 min). As condições do espectrômetro de massas foram de varredura completa (m/z 50–650), ciclo de tempo 0,65 s e ionização eletrônica de 70 eV (Rijke et al., 2015).

A identificação dos compostos presentes nas frações foi baseada na estrutura molecular e massa molecular dos fragmentos. Os espectros de massa das substâncias desconhecidas foram comparados com os dados da biblioteca do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST) (Dubal & Kale, 2014).

Resultados e Discussão

Na F1, foram encontrados n-octacosano (UENF 1715 e UENF 1786), n-hexacosano, n-heptacosano, n-tritetracontano, n-nonacosano, γ sitosterol, campesterol, advastab 405, vitamina E, capsaicina e lupeol, variando em ocorrência e abundância entre os genótipos. Foram identificados 14 compostos compreendendo sete grupos: éster (1), fenol (1), tocoferol (1) alcano (6), capsaicinoide (1), esterol (2), éter (1) e terpeno (1) (quadro 1).

Para a identificação dos n-alcanos, também foi utilizado o Índice de Kovats, o qual correlaciona a relação linear do logaritmo do tempo de retenção com o número de carbono (quadro 2). Esse procedimento aumenta a confiabilidade nos resultados e possibilita, também, a identificação de outros compostos.

A partir da curva analítica para os n-alcanos foi possível quantificar apenas o n-octacosano nas amostras UENF 1715 e UENF 1786 com concentrações 0,06 e 0,6 ng/ μL respectivamente, os demais n-alcanos foram apenas identificados qualitativamente.

Os resultados demonstraram que existem diferenças na composição química dos genótipos. Apenas no genótipo UENF 1715 foram detectados o n-hexacosano, n-heptacosano e lupeol. O lupeol tem propriedade anti-inflamatória (Bhandari et al., 2014), atividade contra o *Trypanosoma brucei* (Hoet et al., 2007) e *Plasmodium*

falciiparum (Prado-Prado et al., 2010), indução a melanogênese em ratos (Hata et al., 2002), entre outros. Já, os compostos tributil acetil citrato e estigmasterol metil éter, foram exclusivos do genótipo UENF 1770. O primeiro composto é um plastificante natural podendo ser utilizado para diversas finalidades como nas indústrias alimentícia e cosmética e no revestimento de medicamentos. O genótipo UENF 1786 foi o único a apresentar o n-nonacosano, que foi identificado com o auxílio de Índice de Kovats. Antioxidantes usualmente são utilizados em óleos e comidas gordurosas de forma a retardar sua auto-oxidação (Weng et al., 2000). Acetil tributila citrato (ATBC) é usado como um plastificante biodegradável para derivados de policloreto de vinila (PVC) e celulose, e é aprovado para materiais em contato com alimentos e também pode ser usado como um aditivo alimentar. ATBC também é usado como um emoliente para produtos de uso pessoal e cosméticos, revestimentos farmacêuticos, lubrificantes e tintas.

Na F2, foram encontrados ácidos graxos (5), éteres (3), álcool (1), amina (1), capsaicinoides (2), amidas (2), fenol (1) e esterol (1).

Na F3, foram encontrados açúcares, ácidos graxos como os ácidos linoleico e linolênico, ácidos fenólicos como ácido benzoico, amidas, álcoois e aminas.

Os resultados obtidos mostram que a composição química das pimentas variou em função do genótipo. Destaca-se a presença do antioxidante advastab 405 encontrado nos três genótipos e dos compostos ácido benzoico e lupeol, presentes apenas no genótipo UENF 1715.

Neste estudo, o método de determinação do perfil químico de compostos orgânicos mostrou-se eficiente concordando com Rijke et al. (2015). Ou seja, a combinação de liofilização da pimenta, extrações com diferentes solventes e uma abordagem combinada de limpeza, fracionamento em colunas SPE e derivatização tornam possível a identificação de inúmeros compostos bioativos neste tipo de matriz.

Conclusões

Nos genótipos analisados neste trabalho foram identificados n-alcanos de forma qualitativa e quantitativa. Apesar da baixa concentração de n-alcanos nos genótipos, foi possível observar, no caso do n-octacosano, que há diferença de concentração entre os genótipos UENF 1715 e UENF 1786 (0,06 e 0,63 ng/ μ L, respectivamente). A presença de alguns compostos bioativos como o lupeol, vitamina E e advastab 405 também foi detectada e observou-se que a composição química pode diferir entre os genótipos tanto qualitativa como quantitativamente.

A utilização dos valores de índice de retenção linear (LRI) aumentou a confiabilidade dos resultados obtidos para os n-alcanos em CG-EM e estudos com limites de quantificação menores devem ser feitos para verificar com maior precisão a diferença química entre os genótipos. Com este método de análise, será possível no futuro, avaliar outros genótipos de pimentas.

Referências

- Bhandari, P., Patel, N.K. & Bhutani, K.K. 2014. Synthesis of new heterocyclic lupeol derivatives as nitric oxide and pro-inflammatory cytokine inhibitors. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 24:3596-3599.
- Bogusz Junior, S., Tavares, A.M., Teixeira Filho, J., Zini, C.A. & Godoy, H.T. 2012. Analysis of the volatile compounds of Brazilian chilli peppers (*Capsicum* spp.) at two stages of maturity by solid phase micro-extraction and gas chromatography-mass spectrometry. *Food Research International* 48:98-107.
- Dubal, K. & Kale, M. 2014. GC-MS profile of *Lygodium flexuosum* L. (Lygodiaceae): a medicinal fern from north western ghats. *Indian Fern Journal* 31:112-117.

- Filgueira, F.A.R. 2012. Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças. Viçosa: UFV. 402p.
- Hata, K., Hori, K. & Takahashi, S. 2002. Differentiation-and apoptosis-inducing activities by pentacyclic triterpenes on a mouse melanoma cell line. *Journal of Natural Products* 65:645-648.
- Hoet, S., Pieters, L., Muccioli, G.G., Habib-Jiwan, J.L., Opperdoes, F.R. & Quetin-Leclercq, J. 2007. Antitrypanosomal activity of triterpenoids and sterols from the leaves of *Strychnos spinosa* and related compounds. *Journal of Natural Products* 70:1360-1363.
- Kouassi, C.K., Koffi-Nevry, R., Guillaume, L.Y., Yéssé, Z.N., Koussémon, M., Kablan, T. & Athanase, K.K. 2012. Profiles of bioactive compounds of some pepper fruit (*Capsicum* L.) varieties grown in Côte d'Ivoire. *Innovative Romanian Food Biotechnology* 11:23-31.
- Menichini, F., Tundis, R., Bonesi, M., Loizzo, M.R., Conforti, F., Statti, G., Cindio, B. Houghton, P.J. & Menichini, F. 2009. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv Habanero. *Food Chemistry* 114:553-560.
- Mihailova, A., Abbado, D., Kelly, S.D. & Pedentchouk, N. 2015. The impact of environmental factors on molecular and stable isotope compositions of n-alkanes in Mediterranean extra virgin olive oils. *Food Chemistry* 173:114-121.
- Mosquera, M.I.M. & Mendez, D.H. 1994. Formation and transformation of pigment during the fruit ripening of *Capsicum annuum* cv. bola and agridulce. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42:38-44.
- Patil, B.S., Jayaprakasha, G.K., Chidambara Murthy, K.N. & Vikram, A. 2009. Bioactive compounds: Historical perspectives, opportunities, and challenges. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57:8142-8160.
- Perry, L., Dickau, R., Zarrillo, S., Holst, I., Pearsall, D.M., Piperno, D.R. & Raymond, J.S. 2007. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science* 315:986-988.
- Pickersgill, B. 2007. Domestication of plants in the Americas: insights from Mendelian and molecular genetics. *Annals of Botany* 100:925-940.
- Pino, J., Sauri-Duch, E., & Marbot, R. 2006. Changes in volatile compounds of Habanero chile pepper (*Capsicum chinense* Jack. cv. Habanero) at two ripening stages. *Food Chemistry* 94:394-398.
- Pinto, C.M.F., Oliveira Pinto, C.L. & Donzeles, S.M.L. 2013. Pimenta *Capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável* 3:108-120.
- Prado-Prado, F.J., García-Mera, X. & González-Díaz, H. 2010. Multi-target spectral moment QSAR versus ANN for antiparasitic drugs against different parasite species. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* 18:2225-2231.
- Rijke, E., Fellner, C., Westerveld, J., Lopatka, M., Cerli, C., Kalbitz, K. & Koster, C. G. 2015. Determination of n-alkanes in *C. annuum* (bell pepper) fruit and seed using GC-MS: comparison of extraction methods and application to samples of different geographical origin. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 407:5729-5738.
- Rufino, J.L.S. & Penteado, D.C.S. 2006. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. *Informe Agropecuário* 2:7-15.
- Santos, P., Aguiar, A.C., Barbero, G.F., Rezende, C.A. & Martínez, J. 2015. Supercritical carbon dioxide extraction of capsaicinoids from malagueta pepper

(*Capsicum frutescens* L.) assisted by ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry* 22:78-88.

- Silva, A.G. 2007. A importância de flavonoides na taxonomia de Monocotiledôneas. *Natureza on line* 5:44-47.
- Sousa, E.T., Rodrigues, F.D.M., Martins, C.C., Oliveira, F.S., Pereira, P.A.D.P. & Andrade, J.B. 2006. Multivariate optimization and HS-SPME/GC-MS analysis of VOCs in red, yellow and purple varieties of *Capsicum chinense* peppers. *Microchemical Journal* 82:142-149.
- Sudré, C.P., Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R., Amaral Júnior, A.D., Riva-Souza, E.M. & Bento, C.S. 2010. Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp. as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. *Genetics and Molecular Research* 9:283-294.
- Weng, X.C. & Wang, W. 2000. Antioxidant activity of compounds isolated from *Salvia plebeia*. *Food Chemistry* 71:489-493.

Quadro 1 - Compostos presentes na fração 1 (F1) dos genótipos 1715, UENF 1770, UENF 1786 de *Capsicum chinense* identificados no CG-EM.

Composto	Classe do composto	Tempo de retenção (min.)	Área		
			UENF 1715	UENF 1770	UENF 1786
Tributil acetil citrato	Éster	31,544	-	32003372	-
Advastab 405	Fenol	34,950	94.901.865	2.000.277	23.205.831
n-Hexacosano	Alcano	38,767	2.978.451	-	-
n-Heptacosano	Alcano	39,946	1.396.255	-	-
n-Octacosano	Alcano	42,448	3.288.606	-	14.671.490
n-Tetratriacontano	Alcano	44,196	38.048.636	10.897.793	100.763.827
n-Nonacosano	Alcano	45,257	-	-	6.059.446
n-Tritetracontano	Alcano	47,505	168.297.882	88.926.775	244.231.465
Capsaicina	Capsaicinoide	47,897	8.232.424	-	210.496.436
Vitamina E	Tocoferol	47,998	9.951.785	-	22.245.948
Campesterol	Esterol	49,657	36.940.262	117.464.196	37.287.246
Estigmasterol metil éter	Éter	50,049	-	21429023	-
γ sitosterol	Esterol	51,028	135.393.141	310.136.436	121.121.533
Lupeol	Terpeno	52,465	36.875.863	-	-

Quadro 2 - Estimativa do tempo de retenção dos n-alcenos por relação linear entre número de carbonos e log do tempo de retenção (Índice de Kovats) em genótipos de *Capsicum chinense*.

Número de carbonos	Log do Tempo de retenção (TR)	Tempo de retenção (TR)
20*	1,4139	24,946
21	1,4507	28,231
22*	1,4675	29,343
23	1,4843	30,501
24	1,5143	32,865
25*	1,5479	35,310
26	1,5877	38,700
27*	1,6015	39,948
28	1,6277	42,437
29*	1,6551	45,196

*Indica que a substância não foi identificada pelo padrão externo, sendo identificado pela equação da reta obtida na curva entre número de carbonos e log do tempo de retenção.



Figura 1 - Pericarpo do fruto imaturo do genótipo UENF 1715, de *Capsicum chinense*.



Figura 2 - Pericarpo do fruto imaturo do genótipo UENF 1770, de *Capsicum chinense*.



Figura 3 - Pericarpo do fruto imaturo do genótipo UENF 1786, de *Capsicum chinense*.

Adequação do teste tetrazólio para concentração, temperatura e tempo de embebição, e sua influência na qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico

Cândido Alves da Costa, João Batista C. Menezes, Josiany Thamara Alves de Souza, Delacyr da Silva Brandão Junior, Humberto Alencar Paraíso, Luan Souza de Paula Gomes & Guilherme Brandão Santos

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Caixa Postal 135, 39404-547, Montes Claros, MG; E-mail: candido-costa@ufmg.br

Resumo

O trabalho objetivou adequar o teste de tetrazólio para sementes de grão-de-bico. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2 (três períodos de embebição e duas concentrações da solução de tetrazólio), com quatro repetições. Foram utilizados dois lotes de sementes (1-Janaúba e 2-Januária). A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação e de tetrazólio. Foram determinadas quatro classes de vigor das sementes. A germinação das sementes de Januária foi superior à de Janaúba. O lote 2 apresentou valores de massa seca e de plântulas normais superiores aos do lote 1. Não houve diferenças estatísticas para massa seca e umidade de semente dos dois lotes. No teste do tetrazólio, não houve diferença entre os lotes quanto às classes de vigor. A embebição das sementes a 41 °C/6 h, resultou em menor porcentagem de sementes vigorosas/viáveis em comparação a 41 °C/4 h e 30 °C/18 h, indicando danos às sementes. As concentrações de tetrazólio não tiveram influência nas classes de vigor e viabilidade de ambos os lotes. No lote 1, houve interação significativa para classes 2 e 4 e temperatura/tempo de embebição. A temperatura e o tempo de embebição de 41 °C/6 h e 30 °C/18 h apresentaram menor e maior percentuais nas classes 2 e 4, respectivamente. No lote 2 houve interação significativa apenas para a classe 4. A temperatura e tempo de embebição de 41 °C/6 h apresentaram maior percentual de sementes na classe 4. Conclui-se que o teste de tetrazólio foi eficiente para a determinação do vigor e da viabilidade das sementes; a concentração de 0,075% é indicada, pois utiliza menor quantidade de sal de tetrazólio; a combinação de 41 °C/6h é indicada devido à rapidez e à influência positiva no percentual de sementes viáveis e vigorosas (classes 1 e 2).

Palavras-chave: *Cicer arietinum*, germinação, vigor, viabilidade de sementes.

Abstract

Adequacy of the tetrazolium test for concentration, temperature and imbibition time, and their influence on the physiological quality of chickpea seeds.

The aim of this study was to adjust the tetrazolium test for chickpea seeds. Three imbibition times and two concentrations of the tetrazolium solution were used in the completely randomized design, in a 3x2 factorial scheme, with four replications. Two seed lots (1-Janaúba and 2-Januária) were used. Germination of the Januária seeds was superior to that of Janaúba. Lot 2 presented values of dry mass and normal seedlings higher than those of lot 1. There were no statistical differences for dry mass and seed moisture of the two lots. In the tetrazolium test, there was no difference between batches regarding vigor classes. Seed imbibition at 41 °C /6 h resulted in a lower percentage of

vigorous / viable seeds compared to 41 °C/4 h and 30 °C /18 h, indicating seed damage. Tetrazolium concentrations did not influence the vigor and viability classes of both lots. In lot 1, there was significant interaction for classes 2 and 4 and temperature /imbibition time. The temperature and the imbibition time of 41 °C/6 h and 30 °C/18 h presented lower and higher percentages in classes 2 and 4, respectively. In lot 2, there was significant interaction only for class 4. The temperature and imbibition time of 41 °C/6 h presented a higher percentage of seeds in class 4. It was concluded that the tetrazolium test was efficient for determination of vigor and of seed viability; the concentration of 0.075% is indicated because it uses less amount of tetrazolium salt; the combination of 41 °C/6h is indicated because of the rapidity and positive influence on the percentage of viable and vigorous seeds (classes 1 and 2).

Keywords: *Cicer arietinum*; germination, seed vigor, seed viability.

Introdução

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é considerado mundialmente uma das mais importantes leguminosas de grãos alimentares (Nascimento, 2016). Seu cultivo ocorre em diversas partes do mundo e em determinadas regiões apresenta grande importância econômica e social. É caracterizada por apresentar um bom valor nutritivo e pode ser utilizada na alimentação humana, na medicina e na indústria.

O grão-de-bico tem demonstrado uma excelente adaptação aos solos do cerrado brasileiro (Artiaga et al., 2015). Vários estudos foram realizados em diferentes épocas e regiões na tentativa de encontrar as melhores condições de cultivo. Informações sobre produtividade, melhor época de plantio, tipo de solo, irrigação e cultivar, há muito tempo vem sendo trabalhadas. Faz-se necessário um estudo bem aprofundado de outros fatores, como por exemplo, melhorias nos processos de produção de sementes.

Alta produção de sementes influencia na disponibilização das sementes aos produtores, visto que existe uma carência de sementes de grão-de-bico no Brasil. A qualidade é um fator determinante no processo de estabelecimento das lavouras, sendo essencial que as sementes apresentem elevada qualidade física, fisiológica, genética e sanitária.

Muitos testes são utilizados para avaliar a qualidade física e fisiológica das sementes no Brasil. O teste de germinação é um dos mais utilizados devido determinar o valor das sementes destinadas à sementeira, ser de fácil reprodução e também por permitir a comparação entre lotes (Marcos Filho; 2005).

Não há metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (RAS) recomendando o uso do teste de tetrazólio em sementes de grão-de-bico. Esse teste apresenta como vantagens a agilidade e, a análise detalhada do vigor e da viabilidade das sementes. Nas análises é possível identificar os tipos de danos ocasionados na semente responsáveis pela perda do vigor e da viabilidade. As partes que não são coradas, geralmente brancas, representam os tecidos mortos das sementes. De forma geral, é possível diagnosticar a presença, a localização e a natureza dos distúrbios que podem ocorrer nos tecidos da semente (França Neto, 1998; Marcos Filho, 2005).

Na realização do teste de tetrazólio, é necessário definir as condições de pré-condicionamento das sementes como temperatura e tempo de embebição. Esse processo consiste em hidratar a semente com a finalidade de promover a atividade metabólica e respiratória da semente preparando a mesma para o teste. Isso permite uma maior difusão da solução de tetrazólio e definição da coloração. Outros parâmetros que também devem ser definidos são a concentração da solução de cloreto 2,3,5-trifenil

cloreto de tetrazólio, a temperatura e o tempo de exposição das sementes ao processo de coloração. É importante ressaltar que todos esses fatores são estabelecidos em função da espécie estudada.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de adequar o teste de tetrazólio para sementes de grão-de-bico visando à avaliação de período e temperatura de pré-condicionamento das sementes, além de concentração das soluções de tetrazólio. Com isso, propor uma separação em classes quanto à viabilidade e vigor das sementes e também buscar redução no tempo de execução do teste e na concentração da solução de tetrazólio.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (LAS-ICA/UFMG). O delineamento estatístico empregado na avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi o inteiramente casualizado (DIC) com 12 tratamentos e quatro repetições em esquema fatorial 2x3x2, sendo lotes, tempo de embebição e concentração da solução do sal de tetrazólio, respectivamente. Foram utilizados dois lotes de sementes oriundos de campos experimentais. O lote 1 foi obtido em Janaúria (lat. 15°29'S, long. 44°22'W, classificação climática Köppen: Aw, altitude: 434 m). O lote 2 foi oriundo de Janaúba (lat. 15°48'S, long. 43°18'W, classificação climática Köppen: Aw, altitude: 533 m).

As sementes de cada lote foram submetidas a três períodos e temperaturas de embebição: 4 h de embebição a 31 °C; 6 h de embebição a 41 °C e 18 h de embebição a 30 °C. Posteriormente, as sementes foram embebidas em solução de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio nas concentrações de 0,1% e 0,075%. As definições das concentrações de tetrazólio, dos períodos de tempo e das temperaturas de embebição foram embasadas em recomendações para sementes de soja e de grão-de-bico sugeridas pelas Regras para Análise de Sementes e pelo Manual of Seed Handling in Genebanks (Rao et al., 2006; Brasil, 2009). As sementes permaneceram em solução de tetrazólio durante 4 h a 30 °C. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, no programa estatístico R.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação e de tetrazólio. O teste de germinação foi conduzido em câmara BOD em temperatura constante de 20 °C. O substrato empregado na realização do teste foi o papel Germitest® em sistema de rolo, sendo usadas quatro repetições de 25 sementes cada.

As sementes foram distribuídas no substrato umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. As avaliações foram realizadas diariamente (protrusão de radícula). No quinto e oitavo dia após a montagem do teste de germinação, foi realizada a contagem do número de plântulas normais. Consideram-se como normais as plântulas com estruturas essenciais completas, bem desenvolvidas, proporcionais e sadias. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes germinadas Brasil (2009).

Para a determinação de massa de matéria seca de plântulas e sementes, foi utilizado o método da estufa a 65 °C, durante 72 horas, para o grau de umidade das sementes foi utilizado o método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas. Os dados de massa de matéria seca de sementes foram convertidos para porcentagem.

No teste de tetrazólio, foram avaliadas 25 sementes em cada repetição, de forma individual, sendo feito um seccionamento longitudinal na semente separando os cotilédones. Foram observadas as partes externa e interna da semente, verificando-se a

ocorrência de danos nos cotilédones e no eixo embrionário. Também foi verificada a profundidade e a extensão de cada dano. Em seguida, foi realizado o agrupamento das sementes em grupos de sementes viáveis e vigorosas, viáveis e não vigorosas e não viáveis, sendo esse processo baseado nos danos observados nas estruturas das sementes. Para definição de classes de vigor de acordo com o teste de tetrazólio foi utilizada a proposta de Paraíso (2016), sendo classe 1 as sementes viáveis e vigorosas; classe 2 as sementes viáveis e vigorosas; classe 3 as sementes viáveis e não vigorosas; e classe 4 as sementes não viáveis.

Paraíso (2016) propôs essa classificação para facilitar a determinação de viabilidade e vigor das sementes. A classe 1 foi formada por sementes de tecidos firmes apresentando uma coloração uniforme ao longo de toda a extensão do embrião e com ausência de danos. A classe 2 foi composta por sementes de tecidos geralmente firmes de coloração quase toda uniforme, mas com presença de danos, mas são consideradas viáveis e vigorosas. Os danos encontrados nessa classe estão longe do eixo embrionário e das áreas vitais da semente. A classe 3 agrupou sementes com presença de danos no eixo embrionário ou nas áreas vitais das sementes. Na classe também foi possível observar sementes apresentando grandes extensões de tecidos mortos e vários tipos de danos atuando simultaneamente. Entretanto, as sementes pertencentes a essa classe ainda foram consideradas viáveis, porém de não vigorosas. A classe 4 foi caracterizada por sementes com presença de danos que comprometem o desenvolvimento normal da plântula, ou seja, sementes inviáveis.

Resultados e Discussão

No teste de germinação, as sementes do lote 2 apresentaram média estatisticamente superior ao percentual de germinação do lote 1. Houve diferença estatística no número de plântulas normais, sendo que sementes do lote 2 tiveram maior média de plântulas normais do que as do lote 1. Em relação à massa de matéria seca de plântulas, as médias das plântulas do lote 2 foram superiores do que as do lote 1. As médias de massa de matéria seca e de teor de umidade de semente dos dois lotes não apresentaram diferença estatística (quadro 1).

A partir do teste de germinação é possível afirmar que as sementes do lote de Janaúria (lote 2) possuem viabilidade maior que as sementes do lote de Janaúba (lote 1). As sementes foram armazenadas nas mesmas condições e pelo mesmo período de tempo. As diferenças encontradas no teste de germinação entre os lotes podem ser explicadas não somente pelo fato do cultivo em diferentes localidades, mas também pelo fato de que o campo experimental onde as sementes do lote de Janaúba foram cultivadas enfrentou adversidades climáticas e fitossanitárias.

Os resultados de porcentagem de germinação, número de plântulas normais e massa de matéria seca de plântulas normais do lote 2 mostra que as sementes desse lote são mais vigorosas do que as do lote de Janaúba.

No teste do tetrazólio, em relação à classificação de sementes vigorosas/viáveis e viáveis, não houve diferença estatística entre os lotes. Quanto ao período e temperatura de embebição a combinação 41 °C – 6 h diferiu das demais possibilitando a identificação de sementes vigorosas/viáveis (quadro 2).

Os resultados do teste de tetrazólio indicaram que os dois lotes avaliados têm a mesma viabilidade e vigor, resultado não confirmado pelo teste de germinação. O teste de tetrazólio indicou atividade metabólica nos tecidos das sementes, resultado nem sempre corroborado pelo teste de germinação. Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al., (2010) em sementes de pepino. Em relação às temperaturas

e tempos de embebição, apenas para o tempo de 41 °C – 6 h houve diferença estatística entre as classes (Vigorosas/Viáveis e Viáveis), para as demais temperaturas e tempos não houve diferença estatística entre as médias. Estes resultados indicam que para sementes de grão-de-bico a temperatura de 41 °C com tempos menores de embebição (quatro ou seis horas) é suficiente como padrão para o teste de tetrazólio. Trabalho realizado por Rao et al., (2006) recomenda o pré-condicionamento das sementes de grão-de-bico em um tempo de 18 horas e que, posteriormente, as mesmas sejam expostas numa solução de tetrazólio com concentração de 1,0% e a 30 °C num período de 6 a 24 horas. Essa recomendação de 1,0% na concentração da solução de tetrazólio não corrobora com os resultados encontrados neste trabalho. As concentrações de tetrazólio não influenciaram significativamente nas classes de vigor e viabilidade nos dois lotes (quadros 3 e 4). No lote 1, houve interação significativa para as classes (2 e 4) e temperatura e tempo de embebição, sementes classificadas na classe 2 são sementes consideradas vigorosas e viáveis enquanto que as sementes classificadas na classe 4 são consideradas inviáveis. A temperatura e tempo de embebição de 41°C - 6 h e 30 °C – 18 h apresentou menores percentuais de sementes na classe 2 e os maiores percentuais de sementes na classe 4.

No lote 2, houve interação significativa apenas para a classe 4. A temperatura e o tempo de embebição de 41 °C – 6 h apresentou o maior percentual de sementes na classe 4.

Conclusão

A temperatura de 41°C e tempos de embebição de 4 e 6 horas, na concentração de 0,075% do sal de tetrazólio, apresentaram resultados satisfatórios para a adequação do teste para sementes de grão de bico. Uma menor concentração, 0,075%, é capaz de tornar o teste de tetrazólio mais rápido e com menor custo, pois quando comparado com a concentração de 0,1%, ainda permite a visualização do teste de forma bem clara.

Referências

- Artiga, O.P., Spehar, C.R., Boiteux, L.S. & Nascimento, W.M. 2015. Avaliação de genótipos de grão de bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. *Agrária* 10(1): 102-109.
- BRASIL, 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395p.
- França Neto, J.B., Krzyzanowski, F.C. & Costa, N.P. 1998. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSO. 72 p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116).
- Lima, L.B., Pinto, T.L. F. & Novembre, A.D.L.C. 2010. Avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de pepino pelo teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, nº 1, p.060-068,
- Marcos-Filho, J. 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 495p.
- Nascimento, W.M. 2016. Hortaliças Leguminosas. In: Grão-de-bico. Ed. NASCIMENTO, W. M. N., Brasília – EMBRAPA, 232p.
- Paraiso, H. A. 2016. Adequação do teste de tetrazólio para sementes de grão de bico. Montes Claros. 47p. Monografia (Graduação). Instituto de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros, MG.

Rao, N. K., Hanson. J., Dulloo, M. E., Ghosh, K., Nowell, D. & Larinde, M. 2006. Manual of seed handling in genebanks. Handbooks for Genebanks No. 8, Bioversity International, Rome, Italy. 163p.

Quadro 1- Dados médios da porcentagem de germinação, número de plântulas normais, massa de matéria seca de plântulas, massa de matéria seca de sementes e teor de umidade de dois lotes de sementes de grão-de-bico.

Lote	Germinação (%)	Plântulas normais	Matéria seca de plântulas (%)	Massa de matéria seca de sementes (%)	Teor de umidade (%)
Janaúba (lote 1)	78,50 b	7,75 b	86,43 a	90,70 ^{ns}	9,29 ^{ns}
Januária (lote 2)	93,50 a	15,65 a	84,39 b	90,09 ^{ns}	9,90 ^{ns}

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 2 - Valores médios do teste de tetrazólio em função das classes de vigor e do período e temperatura de embebição de sementes de dois lotes de sementes de grão-de-bico.

Lote	Vigorosas/Viáveis	Viáveis
Janaúba (lote 1)	0,40 a	0,36 a
Januária (lote 2)	0,42 a	0,33 a
Temperatura/tempo de embebição	Vigorosas/Viáveis	Viáveis
41 °C - 4 h	0,47 a	0,33 a
41 °C - 6 h	0,32 b	0,34 a
30 °C - 18 h	0,44 a	0,37 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 3 - Porcentagem de sementes de grão-de-bico (classes) em função da temperatura e período de embebição e da concentração de tetrazólio. Lote 1, Janaúba.

Classe (viabilidade e vigor de sementes)	Temperatura e período de embebição			Conc. Tetra %	
	41 °C - 4 h	41 °C - 6 h	30 °C - 8 h	0,075	0,100
C1	0,193 a	0,182 a	0,216 a	0,181a	0,213a
C2	0,294 a	0,208 b	0,233 b	0,252a	0,238a
C3	0,296 a	0,299 a	0,320 a	0,314a	0,295a
C4	0,203 b	0,289 a	0,216 b	0,232a	0,240a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 4 - Porcentagem de sementes de grão-de-bico (classes) em função da temperatura e período de embebição e da concentração de tetrazólio. Lote 2, Januária.

Classes (viabilidade e vigor de sementes)	Temperatura e período de embebição			Conc. Tetra %	
	41 °C – 4 h	41 °C – 6 h	30 °C – 8 h	0,075	0,100
C1	0,220 a	0,156 a	0,200 a	0,201a	0,183a
C2	0,256 a	0,242 a	0,247 a	0,263a	0,252a
C3	0,283 a	0,292 a	0,291 a	0,271a	0,307a
C4	0,230 ab	0,283 a	0,213 b	0,248a	0,237a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Efeito do estresse hídrico sobre a produção de flores de Lisianthus

Patricia Angélica Alves Marques¹, Maria Eugênia do Amaral Richter², María Alejandra Moreno³, Hugo Thaner dos Santos⁴ & Osvaldo Nogueira de Sousa Neto⁵

¹ ESALQ/USP, Brasil, paamarques@usp.br

² University of Tasmania, Australia, mariaeugenia.richer@gmail.com

³ ESALQ/USP, Brasil, morenom76@gmail.com

⁴ UFV, Brasil, hthaner@gmail.com

⁵ UFRSA, Brasil, Osvaldo.neto@ufersa.edu.br

Resumo

Lisianthus é uma planta ornamental originária dos ecossistemas áridos como Texas, Arizona e norte do México. Tornou-se comercial no mercado de flores brasileiro por meio da introdução por parte da colônia japonesa, com um mercado em crescimento e produtivo nos últimos anos. No entanto, as informações técnicas de produção da cultura, irrigação, nutrição e colheita são limitadas. Sabendo a quantidade de água necessária a ser fornecida às plantas, é possível garantir um manejo racional reduzindo custos, evitando desperdício ou déficit, sendo ainda possível, melhorar a qualidade do produto final. O objetivo foi determinar o potencial matricial ótimo da água no solo para o manejo racional da irrigação. O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ/USP Piracicaba, São Paulo, Brasil. Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com 4 potenciais matriciais (-20; -30, -40; -50 kPa), 6 repetições, totalizando 24 parcelas. Cada parcela foi composta por 3 plantas de Lisianthus (variedade Blue Picotee) em vasos de 12 L preenchidos com Latossolo Vermelho eutrófico típico e irrigados por gotejamento acionado independentemente. Foram medidas, diariamente e em todas as horas do dia, as variáveis temperatura do ar e umidade relativa, através de um termohidrógrafo com datalogger, localizado no centro da casa de vegetação. A colheita foi realizada 75 dias após o transplante das mudas. As variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e o Teste LSD em nível de 5% para comparação entre as médias. Os resultados obtidos revelam que o Lisianthus obteve melhor volume de raízes, biomassa seca e fresca da parte aérea, biomassa fresca e seca das flores com utilização do potencial mátrico de -40 kPa, já o número de pétalas e o diâmetro das flores foi maior com o potencial mátrico de -30 kPa.

Palavras-chave: potencial matricial, cultivo protegido, recursos hídricos, manejo da irrigação, paisagismo.

Abstract

Effect of water stress on the production of Lisianthus flowers

Lisianthus is an ornamental plant originating from arid ecosystems such Texas, Arizona and northern Mexico. It became commercial in the Brazilian flowers market through the introduction by Japanese immigrant, with a growing and productive market in recent years. However, technical information on crop production, irrigation, nutrition and harvesting are limited. The knowledge about the water requirement to be supplied to the plants, it is possible to achieve a rational water management, reducing costs, avoiding waste or deficit, and it is still possible to improve the quality of the final

product. The objective was establish the optimum matric potential of soil water for rational irrigation management. The experiment was done in a greenhouse of the Department of Biosystems Engineering of ESALQ / USP Piracicaba, São Paulo, Brazil. A completely randomized design with 4 matric potentials (-20; -30, -40; -50 kPa) was adopted, 6 replicates, totaling 24 plots. Each plot was composed of 3 plants of Lisianthus (Blue Picotee variety) in pots 12 L filled with Latossolo Vermelho eutrófico típico being irrigated by drip. The variables air temperature and relative humidity were measured daily and at all hours of the day by a thermohygrometer with datalogger located in the center of the greenhouse. The harvesting was performed 75 days after transplanting the seedlings. The variables were submitted to analysis of variance and the LSD test at 5% level to compare the means. The results showed that Lisianthus obtained better root volume, fresh and dry biomass of aerial part of the plant, fresh and dry biomass of flowers with a potential -40 kPa, the number of petals and the diameter of flowers were higher with the matric potential -30 kPa.

Keywords: matric potential, protected cultivation, hidric resources, irrigation management, landscaping.

Introdução

O Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) pertence à família Gentianaceae com origem no sul dos Estados Unidos, região dos estados de Nebraska, Colorado e Texas e norte do México (Halevy & Kofranek, 1984). É conhecida como uma planta cultivável tanto para vaso quanto para corte e apresenta no mercado diferentes tipos de cores e tamanhos. Os principais produtores mundiais são os Estados Unidos, Holanda, Israel, Kenia, Tanzânia e Japão, sendo uma das dez flores mais produzidas do mundo (Kiamohammadi, 2011) com destaque no mercado brasileiro. Foi introduzido primeiramente no Japão em 1933, tornando-se umas das principais flores de corte no país, além de ser umas das 10 flores mais vendidas nos EUA e na Europa (Alves, 2012). Sua introdução no Brasil é recente, é utilizada, em sua maioria, em buquês de noivas e arranjos decorativos para casamentos (Uddin et al., 2001). A produção brasileira é destinada tanto para o mercado interno quanto para a exportação, em 2011 a comercialização internacional de flores de lisianthus e outras flores de corte representaram cerca de 1,3% da exportação brasileira (Junqueira & Peetz, 2011).

A irrigação se destaca como um dos principais tratamentos culturais necessários para a produção de plantas ornamentais em vasos. Em cultivos protegidos esta técnica se torna ainda mais importante uma vez que, o fornecimento de água à planta se dá exclusivamente por meio da irrigação. A quantidade de água disponível no solo é de extrema importância, já que está relacionada com o desenvolvimento vegetativo e a produtividade da cultura. Sabendo a quantidade de água necessária a ser fornecida às plantas, é possível garantir um manejo racional da mesma, reduzindo custos, evitando desperdício ou sua falta, sendo ainda possível, melhorar a qualidade do produto final. Neste contexto, o objetivo foi estabelecer o potencial matricial ótimo da água no solo para a produção de Lisianthus em ambiente protegido visando ao manejo racional da irrigação.

Material e Métodos

O experimento foi realizado de 20/11/2015 a 14/03/2016 em casa de vegetação localizada no Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" LEB/ ESALQ/USP na cidade de Piracicaba, São Paulo,

Brasil (22°41'58''S, 47°38'42''W e 510 m de altitude). Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com 4 potenciais matriciais (-20; -30, -40; -50 kPa) e 6 repetições, totalizando 24 parcelas. Cada parcela foi composta por 3 plantas de *Lisianthus* (variedade Blue Picotee) em vasos de 12 L. Utilizou-se irrigação localizada por gotejamento, com linhas laterais de polietileno DN 13 mm, emissores Naan Daan Jain Taper lock outlet 2,0 kgf cm⁻² com vazão nominal de 2 L h⁻¹ e conjunto motobomba KSB Hydrobloc 1 cv 3450 rpm. Antes do início do experimento o sistema de irrigação foi submetido a um teste de uniformidade para determinação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e medição da vazão real dos emissores (Mantovanni et al., 2009) (quadro 1). O solo utilizado no experimento é um Latossolo Vermelho eutrófico típico, com textura franco-arenosa (Embrapa 2013). Após o enchimento dos vasos foram coletadas doze amostras indeformadas de solo a 20 cm, e obtida a curva de retenção de água no solo no Laboratório de Física do Solo do LEB/ESALQ/USP obtendo-se os valores de Θ_r (cm³ cm⁻³) = 0,0780; Θ_s (cm³ cm⁻³) = 0,43; α (kPa⁻¹) = 0,036; $n = 1,56$; $m = 0,35$.

As mudas de *Lisianthus*, variedade Blue Picotee, foram produzidas em bandejas de poliestireno com substrato (40% casca moída de pinus, 30% turfa, 20% carvão vegetal, 7% vermiculita e 3% macro e micronutrientes). Durante a primeira semana de cultivo os tratamentos foram mantidos na capacidade de campo (Oliveira et. al., 2014) e logo após este período a irrigação foi realizada de acordo com os valores de potencial mátrico de cada tratamento (Boas et. al., 2008; Santos & Carlesso, 1998). O acionamento da irrigação foi realizado quando a umidade volumétrica do solo atingia o valor da umidade volumétrica correspondente ao potencial matricial da água no solo fixado para cada tratamento. O monitoramento diário do conteúdo de água no solo foi feito por meio de um tensímetro digital para determinar o potencial matricial atual da água no solo no momento da coleta (Ψ_m) (Van Genuchten, 1980). O tempo de irrigação foi calculado de acordo com a seguinte equação.

$$T_i = \frac{\left[\frac{(\theta_{cc} - \theta_{atual}) \cdot 200}{E_a} \right] \cdot A_v}{q_e}$$

Em que: Ψ_m – potencial matricial efetivo, kPa; $|L|$ - leitura do tensímetro, kPa; C – profundidade de instalação do tensiômetro, 16 cm; θ_{atual} - umidade volumétrica atual, cm³ cm⁻³; T_i – tempo de irrigação, horas; θ_{cc} – umidade volumétrica correspondente à capacidade de campo, cm³ cm⁻³; θ_{atual} – umidade volumétrica atual, cm³ cm⁻³; E_a – Eficiência de aplicação do sistema de irrigação, adimensional; A_v – Área do vaso, 0,0637 m²; e q_e - vazão real do emissor, L.h⁻¹.

A adubação convencional foi realizada seguindo a análise de solo aos 15 dias antes do transplante das mudas com 42,30g de KNO₃ e 47,70g de 0-18-0. Não foi realizada a calagem devido a saturação por bases (V%) do solo ser maior que 50%, suficiente para uma boa produtividade (Hernandez & Silveira, 1998). Durante a realização do experimento foram medidas diariamente e em todas as horas do dia as variáveis meteorológicas, temperatura do ar e umidade relativa, com um termohidrógrafo com datalogger modelo HT 4000 Hiseg, localizado no centro da casa de vegetação (Batista et al., 2013).

A colheita foi realizada 75 dias após o transplante das mudas. As raízes, caule, folhas e flores foram colhidas manualmente, uma a uma, e embaladas separadamente em sacos de papel Kraft, para a secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C por 48 horas (Coradi et al., 2014). Antes e depois da secagem a biomassa foi submetida à pesagem em balança analítica para obtenção dos valores de massa fresca (MFPA) e seca

(MSPA) da parte aérea e, massa fresca (MFF) e seca (MSF) das flores, massa fresca (MFR) e seca (MSR) das raízes seguindo metodologia proposta por Benincasa (1986). O volume das raízes (VR) foi determinado a partir do deslocamento do fluido ao se inserir a raiz em proveta graduada de 50 mL preenchida com água (Longen, 2006). As flores foram avaliadas em relação ao diâmetro (D) com o uso de uma régua com precisão e realizou-se também a contagem manual das pétalas. As variáveis foram submetidas à análise de variância e o Teste LSD em nível de 5% para comparação das médias (Vieira, 2006).

Resultados e Discussão

Os valores de temperatura mínima registrados na casa de vegetação durante a realização do experimento não ultrapassaram a exigência térmica do *Lisianthus* (entre 15 e 20 °C), todavia as temperaturas máximas (26°C) extrapolaram a temperatura máxima ideal da cultura (Gruszynski, 2007) (fig. 1). A produção de raízes das plantas apresentou melhor resposta para o manejo da irrigação a -40 kPa (quadro 2). A expansão radicular é expressa normalmente em uma curva de distribuição normal em que há um intervalo ótimo de potenciais matriciais que estimulam seu crescimento. O solo que possui valores mátricos acima desse intervalo fazem com que a raiz não se desenvolva por redução da aeração do solo. Valores abaixo deste intervalo também apresentam fator de redução do crescimento da raiz, como a baixa pressão osmótica para absorção da água (Costantini et.al., 1996).

O déficit hídrico em plantas cultivadas pode apresentar um impacto negativo substancial no seu crescimento e desenvolvimento (Santos & Carlesso, 1998). Segundo McCree & Fernández (1989) e Taiz & Zeiger (1991), a resposta mais expressiva destes mecanismos é a diminuição da área foliar, fechamento dos estômatos, aceleração da senescência e abscisão foliar. Um sintoma claramente apresentado pela planta é a diminuição da área foliar. A inibição de sua expansão é causada pelo lento ajuste osmótico feito pelas células da folha, que permitem mantimento do turgor das células e a perda da capacidade de extensão das membranas das células das folhas (Hsiao & Xu, 2000). Uma redução significativa da área foliar com subsequente diminuição da fotossíntese resulta em um decréscimo geral no crescimento da planta (Van Iersel & Nemali, 2004).

As plantas em cenário de médio déficit (-40 kPa) apresentam a necessidade de alongamento das células radiculares e ajuste osmótico, não encontrado em plantas com pleno fornecimento de água (-10 e -20 kPa) (Liu et.al. 2012; Jupp & Newman, 1987). O tratamento manejado a potencial mátrico igual a -50 kPa apresentou maior intervalo de irrigação, em média 7 dias, induzindo a planta a um estresse hídrico mais intenso comparado aos outros tratamentos e conseqüentemente inibindo o alongamento das raízes. No quadro 1 são apresentados os valores de lâmina líquida total aplicada e intervalo médio de eventos de irrigação. Os resultados obtidos correspondem com os estudos de diversos pesquisadores, como Wang et.al. (2007), que verificaram que o potencial matricial ideal para o desenvolvimento das raízes é aquele que ocasiona a reação de expansão radicular por busca de água, mas ainda apresente uma aeração mínima do solo e diferença de pressão osmótica para a absorção da água.

Para a variável MFPA também foram obtidas as maiores médias no manejo da irrigação realizado sob potencial mátrico igual a -40 kPa (quadro 2). A MSPA não apresentou diferenças entre os tratamentos, mas é importante observar que visando uma resposta econômica em relação ao uso de água, o manejo da irrigação sob potencial mátrico de -40 kPa se apresenta como melhor opção para a irrigação para o cultivo de

Lisianthus tendo por foco a economia de água e energia. Em situações de plena oferta de água, os nutrientes se apresentam melhor solubilizados na solução do solo, de tal maneira que as raízes se desenvolvem melhor no solo. Possivelmente isto ocorre graças ao aumento da absorção dos nutrientes pela raiz da planta, promovendo uma regulação de gastos energéticos internos e assim promovendo um investimento na produção de biomassa (Abdelmajeed et.al., 2013; Khalil & El-Noemani, 2015). Assim, pode-se perceber que, o decréscimo na produção de biomassa da planta é uma reação imprescindível ao déficit hídrico. Entretanto cada parte da planta corresponde a este cenário com uma reação, desencadeando um processo fisiológico próprio, que pode, ou não, ser influenciado por processos de outras partes da planta.

Os resultados apontam a ocorrência de possíveis reações fisiológicas da planta em relação à diminuição da oferta de água, resultando em uma diminuição da produção de biomassa. Os resultados acompanham a ideia de que a energia absorvida no final do ciclo é utilizada preferencialmente para o desenvolvimento e abertura das flores, reduzindo o incremento em produção de biomassa pela planta (Camargo et. al., 2004). As melhores médias de diâmetro da flor foram obtidas no tratamento com potencial mátrico foi de -30 kPa (quadro 2). Já para as variáveis MFF e MSF foram obtidos para potencial mátrico igual a -40 kPa. Segundo Zaccai & Edri (2002), a temperatura e o fotoperíodo são fatores importantes para o desenvolvimento do *Lisianthus*, uma vez que são eles que controlam o crescimento do caule e a transição entre fase vegetativa e fase reprodutiva. Caso estas variáveis meteorológicas não estejam no padrão ótimo estabelecido pela planta, é possível que ocorram respostas negativas ao seu desenvolvimento pleno. Estas respostas podem variar dependendo do estágio fenológico na qual a planta foi apresentada a esses fatores.

Outros autores como Rodrigues et. al. (1995) também apontam como um mecanismo de sobrevivência o acúmulo de produtos fotossintéticos na planta antes da floração. Assim as plantas podem modificar seu desenvolvimento para se adaptar as condições adversas, produzir flores e garantir uma próxima geração de indivíduos. Os autores também mostram que as flores tratadas com mais de um tipo de estresse, no caso intensidade luminosa e baixa concentração nutritiva, obtiveram maiores índices na floração do que aquelas que sofreram menores índices de estresse ou não sofreram estresse nenhum.

Outra resposta a estes eventos acontece na fase de *seedling*, isto é, desde o transplante até a emergência do terceiro par de folhas, onde a reação do *Lisianthus* em relação a temperaturas acima do ideal é a formação de rosetas e o atraso de seu amadurecimento (Ohkawa et. al., 1994). O efeito roseta é o não desenvolvimento vertical da planta e o aparecimento das folhas ao redor de um caule de tamanho reduzido, retardando o crescimento da mesma (Geneve, 2009). As temperaturas durante as primeiras três semanas deste experimento apresentaram altos valores, tendo a máxima variando entre 30,5 e 41,7°C e a mínima entre 18,9 e 23,1°C. Assim, todas as plantas sofreram com o efeito roseta e, com isso, houve uma drástica diminuição na quantidade de massa floral colhida no experimento. Entretanto, este efeito é efetivo em plantas com até dois pares de folhas, ou seja, este fenômeno foi ativado somente durante as primeiras semanas de experimento.

Conclusões

O potencial mátrico igual -40 kPa resultou em um maior volume das raízes, maior massa fresca e seca da parte aérea (caule e folhas) e maior biomassa seca e fresca

das flores e menor diâmetro das flores. O potencial mátrico igual a -30,0 kPa resultou em um maior número de pétalas de flores e maior diâmetro de flores.

Agradecimentos

À CAPES, ESALQ/USP e FAPESP, pelo apoio ao desenvolvimento e divulgação. A Yane Gabrielle dos Santos Iacope, Jessica Camila Miranda Cardoso, Paula Alessandra Bonassa e Gilmar Batista Grigolon, pelo auxílio com a infraestrutura do experimento.

Referências

- Abdelmajeed, N.A., Danial, E.N. & Ayad, H.S. 2013. The effect of environmental stress on qualitative and quantitative essential oil of aromatic and medicinal plants. *Archives Des Sciences*, Genebra 66:100-120.
- Alves, C.M.L. 2012. Produção e pós-colheita de *Lisianthus* cultivado em ambiente protegido. Dissertação de mestrado, Viçosa.
- Batista, S.C.O., Carvalho, D.F., Rocha, H.S., Santos, H.T. & Medici, L.O. 2013. Production of lettuce automatically watered with a low cost controller. *International Journal of Food, Agriculture and Environment* 11:485-489.
- Benincasa, M.M.P. 1988. Análise de crescimento de plantas. Editora FUNEP, Jaboticabal. 41p.
- Boas, R.C.V., Carvalho, J.A., Gomes, L.A.A., Sousa, A.M.G., Rodrigues, R.C. & Souza, K.J. 2008. Avaliação técnica e econômica da produção de duas cultivares de alface tipo crespa em função de lâminas de irrigação. *Ciência e Agrotecnologia* 32:525-531.
- Camargo, M.S., Shimizu, L.K., Saito, M.A., Kameoka, C.H., Mello, S.C. & Carmello, Q.A.C. 2004. Crescimento e absorção de nutrientes pelo *Lisianthus (Eustoma grandiflorum)* cultivado em solo. *Horticultura Brasileira* 22:143-146.
- Coradi, P.C., Melo, E.C. & Rocha, R.P. 2014. Evaluation of electrical conductivity as a quality parameter of lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* Stapf) submitted to drying process. *Drying Technology* 32:969-980.
- Costantini, A., SO, H.B. & Doley, D. 1996. Early *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* root development: 1. Influence of matric suction. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36:839-846.
- Embrapa 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Geneve, R. 2009. Department of Agriculture, University of Kentucky. Plant morphology <http://dept.ca.uky.edu/morphology/formrosette.pdf>
- Gruszynski, C. 2007. Informações básicas para o cultivo de *Lisianthus* ou *Eustoma* para corte. ASCAR/EMATER-RS, Gramado.
- Halevy, A.H. & Kofranek, A.M. 1984. Evaluation of *Lisianthus* as a new flower crop. *HortScience* 19:845-847.
- Hernandez, R.J.M. & Silveira, R.I. 1998. Efeitos da saturação por bases, relações Ca:Mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de material seco e nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.). *Scientia Agrícola* 55:79-85.
- Hsiao, T.C. & Xu, L.K. 2000. Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. *Journal of Experimental Botany* 51:1595-1616.
- Junqueira, A.H. & Peetz, M.S. 2011. Balanço do comércio exterior da floricultura brasileira. *Hortica* 6:1-5.

- Jupp, A.P. & Newman, E.I. 1987. Morphological and anatomical effects of severe drought on roots of *Lolium perenne* (L.). *New Phytologist* 105:393-402.
- Khalil, S.E.S. & EL-Noemani, A.S.A. 2015. Effect of bio-fertilizers on growth, yield, water relations, photosynthetic pigments and carbohydrates contents of *Origanum vulgare* L. plants grown under water stress conditions. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture* 9:60-73.
- Kiamohammadi, M. & Hashemaabadi, D. 2011. The effects of different floral preservative solutions on vase life of *Lisianthus* cut flowers. *Journal of Ornamental and Horticultural Plants* 2:115-122.
- Liu, H., Yang, H., Zheng, J., Jia, D., Wang, J., LI, Y. & Huang, G. 2012. Irrigation scheduling strategies based on soil matric potential on yield and fruit quality of mulched-drip irrigated chilli pepper in Northwest China. *Agricultural Water Management* 115:232-241.
- Longen, A. 2006. *Matemática*. Editora Nova Didática LTDA, Rio de Janeiro.
- McCree, K.J. & Fernández, C.J. 1989. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. *Crop Science* 29:353-360.
- Mantovanni, E.C., Bernardo, S. & Palaretti, L.F. 2009. *Irrigação: Princípios e Métodos*. 3ed. Viçosa: Editora UFV. 355p.
- Ohkawa, K., Yoshizumi, T., Korenaga, M. & Kanematsu, K. 1994. Reversal of heat-induced rosetting in *Eustoma grandiflorum* with low temperatures. *Scientia Horticulturae* 29:165-166.
- Oliveira, A.C., Cruz, R.L., Biscaro, G.A., Motomiya, A.V.A. & Freire, M. 2014. Use of ferrous water for drip irrigation of ornamental sunflower in pots. *Irriga* 19:245-254.
- Rodrigues, M.L., Pacheco, C.A. & Chaves, M.M. 1995. Soil-plant relations, root distribution and biomass partitioning in *Lupinus albus* L. under drought conditions. *Journal of Experimental Botany* 46:947-956.
- Santos, R.F. & Carlesso, R. 1998. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental* 2:287-294.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 1991. *Plant physiology*. California: The Benjamin-Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City. 559p.
- Uddin, A.F.M.J., Hashimoto, F., Kakatani, M., Shimizu, K. & Sakata, Y. 2001. Analysis of light and sucrose potencies on petal coloration and pigmentation of *Lisianthus* cultivars (in vitro). *Scientia Horticulturae* 89:75-84.
- Van Iersel, M.W & Nemali, K.S. 2004. Drought stress can produce small but not compact marigolds. *HortScience* 36:1298-1301.
- Van Genuchten, M.T. 1980. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal* 44:892-898.
- Vieira, S. 2006. *Análise de variância*. São Paulo: Editora Atlas. 216p.
- Wang, F.X., Kang, Y., Liu, S.P. & Hou, X.Y. 2007. Effects of soil matric potential on potato growth under drip irrigation in the North China Plain. *Agricultural Water Management* 88:34-42.
- Zaccai, M. & Edri, N. 2002. Floral transition in *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum*). *Scientia Horticulturae* 95:330-340.

Quadro 1 - Resultados do teste de uniformidade do sistema de irrigação localizada por gotejamento

ψ_m (- kPa)	CUC (%)	Q_{real} (L h ⁻¹)	Lâmina líquida total aplicada (mm)	Intervalo médio de irrigações (dias)	Lâmina líquida média (mm dia ⁻¹)
20	98,45	1,89	565,2	1	4,87
30	98,67	1,88	480,2	3	4,14
40	97,13	1,93	411,7	5	3,55
50	96,89	1,97	362,4	7	3,12

ψ_m - potencial matricial- CUC - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen
 Q_{real} - vazão real do gotejador.

Quadro 2 - Teste F de Snedecor para o volume de raízes (VR); massa fresca e seca da parte aérea (MFPA; MSPA) e massa fresca e seca das flores (-MFF; MSF) de *Eustoma grandiflorum*, Piracicaba-SP, Brasil, 2016.

Potencial matricial (- kPa)	VR* (cm ³)	MFPA* (g)	MSPA** (g)	Diâmetro da flor (cm)	MFF*** (g)	MSF** (g)
20	1,27 b	6,251 b	1,225 a	5,36 a	1,126 b	0,196 b
30	1,45 b	9,132 a	1,635 a	5,86 a	1,349 ab	0,229 b
40	1,71 a	10,466 a	1,551 a	4,41 b	1,893 a	0,235 a
50	1,68 ab	8,15 ab	1,261 a	4,58 b	1,377 ab	0,223 b
Média	1,53	8,50	1,418	4,55	1,436	0,221

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo Teste LSD ($p < 0,05$). * Dados transformados em $X^{0,78}$ (Box-Cox); ** Dados transformados em $X^{0,83}$ (Box-Cox); *** Dados transformados em $X^{0,53}$ (Box-Cox).

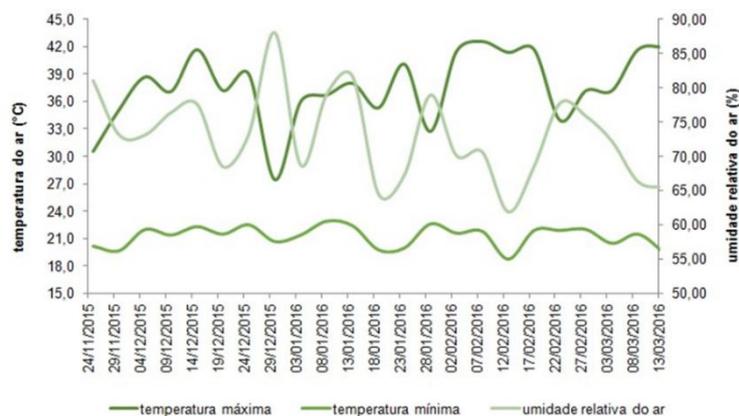


Figura 1 - Monitoramento meteorológico do interior da casa de vegetação durante o período do experimento.

Eficiência do uso da água em calêndula irrigada

Catariny Cabral Aleman¹ e Patricia Angélica Alves Marques²

¹Professora no Departamento de Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa (DEA/UFV), Avenida PH Rolfs, s/n, Campus Universitário. E-mail: catariny@ufv.br

²Professora no Departamento de Engenharia de Biosistemas, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”(ESALQ/USP), Avenida Pádua Dias, nº11. E-mail: paamarques@usp.br

Resumo

A calêndula é uma planta medicinal de grande importância para indústria cosmética e farmacêutica. Existem poucos estudos sobre as necessidades hídricas e nutricionais das plantas medicinais. O controle do potencial matricial de água no solo pode ser uma alternativa de manejo de irrigação que favoreça a qualidade e produção de metabólitos secundários. O objetivo foi avaliar a resposta fisiológica e bioquímica da *Calendula officinalis* L. submetida a vários níveis de potencial matricial de água no solo para manejo da irrigação em três diferentes fases de desenvolvimento. Foram utilizadas sementes de calêndula bonina sortida para produção de mudas. As mudas foram transplantadas para vasos de 8 L para condução do experimento. Os potenciais matriciais adotados foram: -10, -15, -30, -40, -50 e -60 kPa. Foram realizados três ensaios distintos definidos de acordo com a fase de desenvolvimento: ciclo completo, fase vegetativa e fase reprodutiva/florescimento. O controle do potencial matricial de água no solo foi realizado utilizando tensiômetros de punção previamente instalados na profundidade de 20 cm. As leituras foram realizadas uma vez por semana com auxílio de tensímetro, desde o transplântio até a senescência das plantas. As irrigações foram realizadas por sistema de irrigação por gotejamento com gotejadores autocompensantes com vazão média de 3,92 L h⁻¹. A produtividade da água foi calculada considerando a produção e a lâmina total de irrigação. A produtividade de água foi superior para o potencial matricial de -40 kPa no ciclo completo.

Palavras-chave: planta medicinal, exigências hídricas, eficiência do uso da água, manejo de irrigação, capítulos florais.

Abstract

Efficiency of water use in irrigated marigold.

Marigold is a medicinal plant of great importance for the cosmetic and pharmaceutical industry. There are few studies on the water and nutritional needs of medicinal plants. The control of soil matrix potential can be an alternative irrigation management that favors the quality and production of secondary metabolites. The objective was to evaluate the physiological and biochemical response of *Calendula officinalis* L. submitted to various levels of soil water potential for irrigation management in three different stages of development. Seeds of calendula bonina were used to obtain seedlings. The seedlings were transplanted to 8 L pots to conduct the experiment. The matrix potentials adopted were: -10, -15, -30, -40, -50 and -60 kPa. Three distinct trials were defined according to the development phase: complete cycle, vegetative phase and reproductive/flowering phase. The control of soil matrix potential

was carried out using puncture tensiometers previously installed at a depth of 20 cm. The readings were carried out once a week using a tensiometer, from the transplanting to the senescence of the plants. The irrigations were performed by drip irrigation system with self-compensating drippers with a mean flow rate of 3.92 L h⁻¹. The water productivity was calculated considering the production and total irrigation depth. The water productivity was higher for the matric potential of -40 kPa in the complete cycle.

Keywords: medicinal plants, water requirements, water use efficiency, irrigation management, floral chapters.

Introdução

O manejo de irrigação consiste no emprego racional da água com o objetivo de atender às necessidades hídricas das plantas elevando a produção e a produtividade de água. Pode ser baseado na evapotranspiração relacionando o consumo de água pela planta e na umidade do solo, determinando parâmetros de estresse hídrico a partir do potencial matricial (Shock & Wang, 2011).

O manejo adequado da água é de fundamental importância para o desenvolvimento das plantas, nas quais os processos de absorção, condução e perda de água estão relacionados ao balanço hídrico. A diferença entre a água absorvida e a água perdida pela planta é importante para que sejam considerados os processos metabólicos de ajustamento da planta (Bilibio et al., 2010). O fornecimento de água através da irrigação deve ocorrer nas épocas adequadas ao desenvolvimento da cultura para favorecer o aumento de produção (Doorenbos & Kassan, 2000).

Segundo Carvalho et al. (2004), a maior limitação ao cultivo de plantas medicinais e hortaliças é a inadequada umidade do solo. O excesso hídrico é prejudicial ao desenvolvimento da planta, dificultando a floração e a frutificação, resultado da produção de substâncias inibidoras. O adequado emprego da irrigação é importante para que seja fornecida a quantidade de água suficiente para o desenvolvimento e a manutenção das reações metabólicas da planta, de modo a estabelecer uma relação água-solo-planta equilibrada.

A qualidade das plantas medicinais depende de inúmeros fatores relacionados ao crescimento e ao desenvolvimento. A disponibilização de água por meio da irrigação é um dos fatores que proporciona melhor desenvolvimento e produção das plantas (Ahmadian et al., 2011).

O controle da irrigação por meio da avaliação do potencial matricial de água no solo tem mostrado elevada eficiência para evitar irrigações deficitárias ou excessivas que refletem na quebra de produção. Para a cultura do crisântemo (*Chrysanthemum morifolium*) observou-se que existe um nível de potencial matricial de água no solo para a produção de flores de qualidade. O potencial matricial adequado para garantir a qualidade e uma boa produtividade desta flor foi -4 kPa (Farias et al., 2003).

Bilibio et al. (2010) concluíram que no cultivo de berinjela sob diferentes potenciais matriciais de água no solo, o maior crescimento e a maior produtividade foram obtidos quando a irrigação foi feita a partir do potencial de -15 kPa. Marouelli, Silva e Moretti (2002) verificaram para experimento a campo com alho (*Allium sativum*) que a produção reduziu linearmente em relação a deficiência hídrica. Foram considerados os potenciais matriciais de água no solo de -10, -40, -80 e -160 kPa.

Mameli et al. (2009) estudaram a utilização de diferentes lâminas de irrigação determinadas em função do potencial matricial de água no solo e concluíram que o déficit hídrico influenciou significativamente na produção de biomassa de tomilho

(*Thymus vulgaris* L.), de sálvia (*Salvia officinalis* L.) e alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.). Para a sálvia o déficit hídrico resultou na maior concentração de óleo essencial, considerando 100 g de matéria seca.

A utilização da fitoterapia movimentou um mercado de bilhões de dólares que amplia o interesse pelo cultivo das plantas medicinais. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) as plantas medicinais e aromáticas são utilizadas por 80% da população mundial e no Brasil pesquisas demonstram que mais de 90% da população já fez uso de alguma planta medicinal (ABIFISA, 2007; Naguib, 2011).

O cultivo de plantas medicinais no Brasil tem sido intensificado em virtude da liberação da comercialização dessas plantas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) com finalidade fitoterápica. A calêndula é uma planta medicinal e encontra-se na lista das 66 plantas medicinais liberadas para a comercialização e o emprego na fitoterapia do SUS (Sistema Único de Saúde) (BRASIL, 2006). É importante considerar que o cultivo de plantas medicinais no Brasil é realizado principalmente pela agricultura familiar e há projetos que tendem a ampliar esse cultivo para intensificar a medicina fitoterápica assistida por profissionais de saúde (Arnos et al., 2005).

Calendula officinalis L. é uma planta medicinal da família Asteraceae, conhecida popularmente como calêndula ou maravilha-dos-jardins. É uma planta originária de áreas temperadas do Mediterrâneo e amplamente adaptada às regiões Sul e Sudeste do Brasil (Vaz, 2008). Desenvolve-se sob luz plena e apresenta um ciclo de 90 a 120 dias, variando de acordo com a estação de ano em que é cultivada. Recomenda-se cultivá-la em um espaçamento de 0,20m x 0,30m (Fogolari, 2010).

A diversidade de compostos secundários encontrados nas plantas medicinais representa uma alternativa para o controle de doenças fúngicas, bacterianas e nematoides em plantas (Ruddock et al., 2011). A calêndula apresenta propriedades químicas e morfológicas que garantem sua importância econômica para a indústria fitoterápica (Bauer, 2010).

O objetivo foi avaliar produtividade de água da *Calendula officinalis* L. submetida a vários níveis de potencial matricial de água no solo para manejo da irrigação em três diferentes fases de desenvolvimento.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em ambiente protegido, no Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, SP. O experimento foi conduzido em delineamento experimental em blocos ao acaso (DBC), com seis níveis de potencial matricial de água no solo com quatro blocos, totalizando 24 parcelas por experimento. Cada experimento foi representado por uma fase de desenvolvimento, sendo: ciclo completo, fase vegetativa e emissão de botões florais/florescimento.

As mudas de calêndula foram produzidas com sementes comerciais cultivar bonina sortida (ISLA® - germinação: 70% e pureza: 97,8%) cultivadas em bandejas de poliestireno expandido de 200 células com substrato comercial Plantmax® (Figura 2). A semeadura foi realizada em 27 de março de 2014. O período de formação das mudas foi de 34 dias após a semeadura (DAS).

Foram utilizados vasos de 8,5 L (dimensões: altura 27,5 cm, diâmetro menor (base) 22,1 cm e diâmetro maior (superior) 24,7 cm) preparados com uma camada de pedra brita e outra de bidim, e posteriormente preenchidos com solo peneirado. Foi realizada a análise química e granulométrica do solo. O solo foi corrigido segundo Raij

et al. (1997) com aplicação de 527 mg de calcário dolomítico com PRNT 70% para elevar o V% a 70% e adubação com 2 g por vaso do formulado 4-30-10.

Foram coletadas duas amostras indeformadas nos vasos previamente preparados na profundidade de 0-20 cm para determinar a curva de retenção de água no solo. A curva foi obtida com auxílio de mesa de tensão para os pontos de 0,1, 2 e 4 kPa, e da câmara de Richards para os pontos de 10, 20, 40, 100, 300, 500, 1000, 5000 e 15000 kPa. A capacidade de campo para esse solo foi de $0,243 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ (-30 kPa) e o ponto de murcha permanente $0,101 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ (-7935 kPa).

Os níveis de potencial matricial estudados (10, 15, 30, 40, 50 e 60 kPa) foram determinados a partir de leituras semanais dos tensiômetros de punção instalados à profundidade de 20 cm.

As lâminas de irrigação foram calculadas de acordo com a umidade determinada para cada tratamento. A irrigação foi realizada por um sistema de irrigação por gotejamento com bomba KSB de 0,5 cv e gotejadores autocompensados com vazão de 4 L h^{-1} .

Foi determinada a massa seca de capítulos florais (MSCF), contabilizando a produção total durante o período do experimento, e a produtividade do uso da água.

A produtividade do uso da água (W) foi determinada considerando a produção final da cultura e a lâmina total de irrigação aplicada de acordo com a seguinte equação.

$$W = \frac{MSCF}{I.t}$$

Em que: W- produtividade do uso de água ($\text{kg}^1 \text{ mm}^{-1}$) e Lt - lâmina total de irrigação aplicada no período (mm).

Resultados e Discussão

No período total do experimento foram realizadas 13 irrigações, de acordo com os potenciais matriciais, durante todo ciclo da calêndula. A lâmina total de irrigação (Quadro 1) para cada fase de desenvolvimento e potencial matricial determinada ao final do experimento considerou todas as lâminas de irrigação aplicadas após 15 dias após o transplantio (DAT).

A massa seca de capítulos florais (Figura 1) reduziu em média 7,2% para cada nível de potencial matricial durante o ciclo completo. Durante a fase reprodutiva, a massa seca de capítulos florais atingiu a maior massa para o potencial matricial de -15 kPa, apresentando 3,25 g planta⁻¹ de massa seca de capítulos. Os resultados corroboram com os obtidos por Laribi et al. (2009) onde ocorreu redução de 20,68% da produção de massa seca de alcaravia (*Carum carvi*) em decorrência da restrição de água.

A produtividade do uso de água (Figura 2) é definida como a quantidade de água utilizada para produção de uma determinada cultura. Constatou-se que para o ciclo completo e fase reprodutivo a faixa de potencial matricial entre -30 e -40 kPa apresentaram maior eficiência do uso da água o acúmulo de biomassa de capítulos florais. Os resultados obtidos divergem dos obtidos por Delatorre-Herrera et al (2010) que concluíram que o estresse hídrico pode promover aumento da eficiência da água para aloe vera cultivada em regiões áridas do norte do Chile.

Conclusão

O potencial matricial de -40 kPa resultou na maior produtividade do uso da água no ciclo completo.

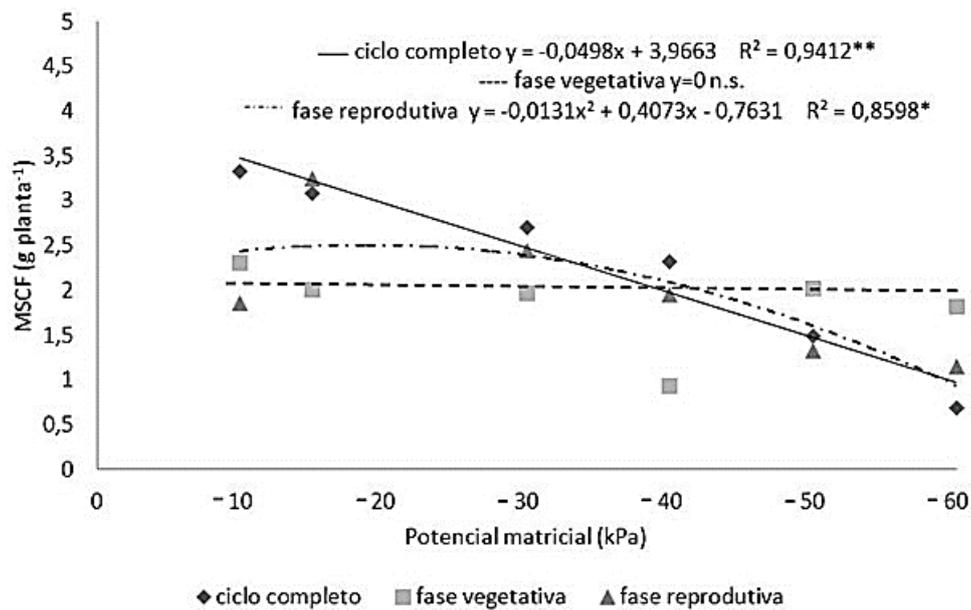
Referências

- Ahmadian, A.; Tavassoli, A.; Amiri, E. The interaction effect of water stress and manure on yield components, essential oil and chemical compositions of cumin (*Cuminum cyminum*). African journal of Agricultural Research, Africa do Sul, v. 6, n. 10, p. 2309- 2315, 2011.
- Arnous, A.H.; Santos, A.S.; Beininger, R.P.C. Plantas medicinais de uso caseiro: conhecimento popular e interesse por cultivo comunitário. Revista Espaço para a Saúde, Londrina, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2005.
- Associação Brasileira das Empresas do Setor Fitoterápico. Suplemento alimentar e promoção da saúde. 2007. Disponível em: <<http://www.abifisa.org.br>>. Acesso em: 04 jul. 2013.
- Bauer, M.F.A. Viabilidade técnico-econômica da produção da *Calendula officinalis* L., na Ilha de Santa Catarina, como fonte de matéria-prima para fármacos à base de luteína. 2010. 80 p. (Monografia para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- Bilibio, C.; Carvalho, J.A.; Martins, M.; Rezende, F.C.; Freitas, E.A.; Gomes, L.A.A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 730-735, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Aprova a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde. Brasília, 2006. 92 p.
- Carvalho, J.A.; Santana, M.J.; Pereira, G.M.; Pereira, J.R.D.; Queiroz, T.M. Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.). Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 320-327, 2004.
- Delatire-Herrera, J.; Delfino, I.; Salinas, C.; Silva, H.; Cardemil, L. Irrigation restriction effects on water use efficiency and osmotic adjustment in aloe vera plants (*Aloe barbadensis* Miller). Agricultural Water Management, Amsterdam, v. 97, p. 1564-1570, 2010.
- Doorenbos, J.; Kassan, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 2000. 221 p.
- Farias, M.F.; Saad, J.C.C.; Villas Bôas, R.L. Qualidade comercial de crisântemo de vaso em ambiente protegido, cultivar Puritan, irrigado sob diferentes tensões de água no substrato. Irriga, Botucatu, v. 8, n. 2, p. 160-167, 2003.
- Fogolari, H. Potencial de extratos à base da *Calendula officinalis* L. na indução de resistência e no efeito fungistático sobre o *Botrytis cinerea*, *in vitro*. 2010. 55 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2010.
- Laribi, B.; Bettaieb, I.; Kouli, K.; Sahli, A.; Mougou, A.; Marzouk, A. Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition. Industrial Crop and Products, Dakota, v. 30, p. 372-379, 2009.
- Mameli, M.G.; Zucca, L.; Maxia, M.; Manca, G.; Satta, M. Effects of different irrigation management on biomass and essential oil production of *Thymus vulgaris* L., *Salvia officinalis* L. and *Rosmarinus officinalis* R., cultivated in the Southern Sardinian climate (Italy). Acta Horticulturae, Viña del Mar, n. 889, p. 469-474, 2009.
- Mantovani, E.C. Avalia: manual do usuário. Viçosa: UFV, DEA; PNP&D/Café; Embrapa, 2002.

- Marouelli, W.A.; Silva, W.L.C.; Moretti, C.L. Desenvolvimento de plantas, produção e qualidade de alho sob condições de deficiência de água no solo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 3, p. 470-473, 2002.
- NAGUIB, N.Y.M. Organic vs. chemical fertilization of medicinal plants: a concise review of researches. *Advances in Environmental Biology*, Madrid, v. 5, n. 2, p. 394-400, 2011.
- Raij, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p.
- Ruddock, P.S.; Charland, M.; Ramirez, S.; López, A.; Towers, G.H.N.; Arnason, J.T.; Liao, M.; Dillon, J.R. Antimicrobial activity of flavonoids from *Piper lanceaefolium* and other Colombian medicinal plants against antibiotic susceptible and resistant strains of *Neisseria gonorrhoeae*. *Sexually Transmitted Diseases*, Atlanta, v. 38, n. 2, p. 82-88, 2011.
- Shock, C.C.; Wang, F.X. Soil water tension, a powerful measurement for productivity and stewardship. *Hortscience*, Alexandria, v. 46, n. 2, p. 178-185, 2011.
- Sousa, J.A.; Miranda, E.M. Plantas medicinais e fitoterápicos: alternativas viáveis. 2011. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agropecuario/artigo_agropecuario/plantas_medicinais_e_fitoterapicos:_alternativas_viaveis.html?query=plantas+medicinais>. Acesso em: 10 set. 2014.
- Souza, E.R.; Pionório, J.A.A.; Ribeiro, V.G.; Queiroz, S.O.P. Produção de videira ‘Superior Seedless’, cultivadas em diferentes tensões de água no solo. *Irriga, Botucatu*, v. 18, n. 2, p. 232-242, 2013.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- Vaz, A.P.A. Série plantas medicinais e aromáticas. Embrapa. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br>> Acesso em: 25 fev. 2008.

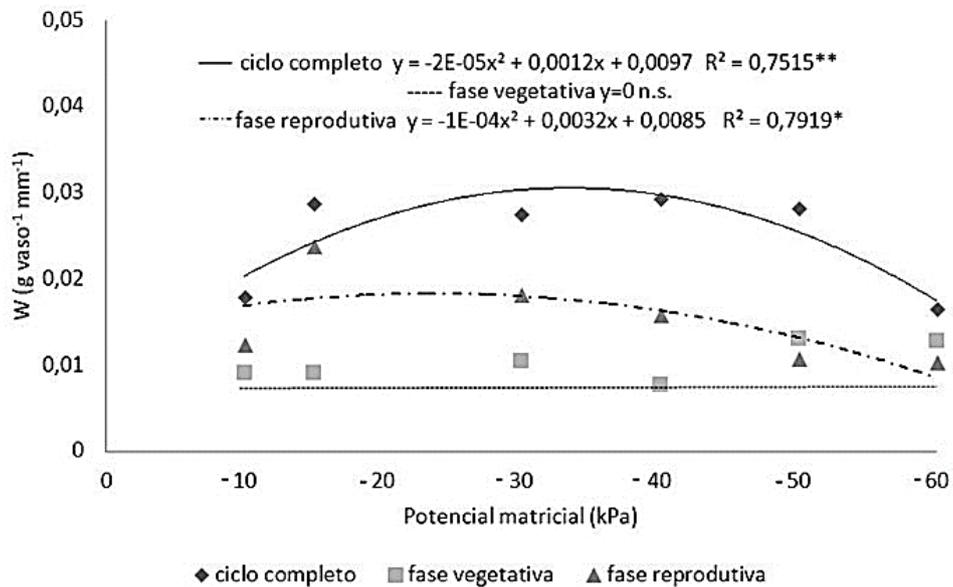
Quadro 1 - Lâmina total aplicada (mm) para cada fase de desenvolvimento considerando os diferentes potenciais matriciais adotados.

Potencial matricial (kPa)	Lâmina total aplicada (mm)		
	Ciclo completo	Fase vegetativa	Fase reprodutiva
-10	252,11	186,71	150,33
-15	219,28	150,70	137,09
-30	186,45	98,32	135,05
-40	163,54	79,21	124,12
-50	153,62	53,05	122,97
-60	140,63	41,71	112,04



* Significativo a 5%; ** significativo a 1% e n.s. não significativo

Figura 1 - Massa seca de capítulos florais (MSCF) produzidos por planta, considerando as fases de desenvolvimento (ciclo completo, fase vegetativa e fase reprodutiva) e o potencial matricial de água no solo (-10, -15, -30, -40, -50 e -60 kPa).



* Significativo a 5%; ** significativo a 1% e n.s. não significativo

Figura 2 - Produtividade do uso de água em calêndula, considerando as fases de desenvolvimento (ciclo completo, fase vegetativa e fase reprodutiva) e o potencial matricial de água no solo (-10, -15, -30, -40, -50 e -60 kPa).

Tipologia do jardim residencial e biodiversidade em aldeamentos de luxo no litoral centro-algarvio

Inês Isabel João¹, Paula Gomes da Silva² & José António Monteiro³

¹Universidade do Algarve, a42231@ualg.pt

²Universidade do Algarve/LEAF-U.Lisboa, pgsilva@ualg.pt

³Universidade do Algarve/CEPAC-UAlg, jmontei@ualg.pt

Resumo

O “Jardim Residencial” assume um contributo significativo na paisagem. Contudo não tem sido objeto de investigações sistemáticas que permitam a sua completa caracterização. O artigo apresenta resultados de um estudo, que reuniu dados para a caracterização do “Jardim Residencial” em empreendimentos turísticos destinados a uma classe socioeconómica elevada, na região centro litoral do Algarve. Apresentam-se resultados relacionados com o uso da vegetação, tendo sido analisados 21 jardins. Encontraram-se padrões recorrentes ao nível dos elementos que compõem o jardim. Os jardins analisados possuem dimensões entre os 702 m² e os 3424 m², que correspondem, em média, a 80% da área total do lote. Da área total de jardim (excluindo a área ocupada pela habitação) 74% é área permeável. A área plantada divide-se por três tipos de vegetação: arbórea, arbustiva/herbácea (43% da área plantada) e relvado (33% da área plantada). Toda a área plantada é regada. Os relvados por aspersão/pulverização e a restante vegetação por rega localizada. O elenco de vegetação, composto maioritariamente por plantas exóticas, apresenta um Índice de Riqueza Florística pobre. A Densidade Florística média encontrada foi de 309 taxa/ha. Conclui-se que os jardins residenciais são algo “tipificados” no que respeita à sua composição, programa e organização espacial e que a sua riqueza florística é pobre relativamente à paisagem anteriormente existente. Identifica-se a necessidade de se promoverem mudanças ao nível da sensibilidade ambiental dos residentes deste tipo de aldeamentos turísticos em prol de melhores práticas ambientais.

Palavras-chave: jardim residencial, biodiversidade, vegetação ornamental, Algarve, empreendimento turístico.

Abstract

Typology of the residential garden and biodiversity in luxury villages on the central-Algarve coast.

The "Residential Garden" has a significant contribution in the landscape. However, it has not been the object of systematic investigations that allow its complete characterization. The present study gathers data for the characterization of the "Residential Garden" in high socioeconomic class tourist developments, in the central coastal region of the Algarve. Results related to the use of vegetation are presented and 21 gardens were analysed. Recurrent patterns were observed at the level of the elements that compose the garden. The analysed gardens have dimensions between 702 m² and 3424 m², which correspond, on average, to 80% of the total plot area. Of the total garden area (excluding the area occupied by housing) 74% is permeable area. The planted area is divided into three types of vegetation: trees, shrubs/herbaceous (43% of planted area) and lawns (33% of planted area). The whole planted area is watered. Lawns are irrigated by rotor or spray systems and the remaining vegetation by localized

drip irrigation. The vegetation is mainly composed of exotic plants and has a poor floristic richness. The average floristic density found was 309 taxa/ha. We conclude that residential gardens are somewhat "typified" with respect to their composition, program and spatial organization and that their floristic richness is poor relative to the previously existing landscape. We identified the need to promote changes in the environmental sensitivity of residents of this type of tourist village in favour of better environmental practices.

Keywords: residential garden, biodiversity, ornamental vegetation, Algarve, tourist villages.

Introdução

Os jardins residenciais são uma forma privilegiada de conexão entre a população urbana com o meio natural, sendo, por vezes a única forma de interação com a “vida silvestre”. Para alguns proprietários, o jardim é a parte da habitação pela qual nutrem maior apreço, configurando-se como um espaço onde encontram tranquilidade e onde podem usufruir diretamente da natureza (Bhatti e Church, 2001, 2004; Bhatti et al. 2013; Steener et al. 2012). Atualmente os jardins residenciais ocupam áreas significativas de solo urbano, chegando, em algumas regiões, a ocupar mais de 35% da área urbana (Loram et al., 2011).

No sul de Portugal esta é uma das tipologias de espaços verdes urbanos mais frequentes em empreendimentos turísticos, como os que se localizam na região centro-litoral do Algarve. A transformação radical desta paisagem, promovida pelo turismo, a partir da década de 60, do século XX, modificou, quase por completo, a matriz da paisagem original. A partir da década de 70 do século XX surgiram diversos aldeamentos turísticos, nomeadamente Vale do Lobo, Vilamoura e Quinta do Lago, cujo modelo urbano conduziu à constituição de “comunidades fechadas sobre si próprias” que estabelecem com a envolvente uma descontinuidade física e social (Lobo, 2012). Nesta região, os jardins residenciais representam uma oportunidade económica para empresas relacionadas com construção e manutenção de jardins, bem como, para empresas de produção de plantas ornamentais.

O contributo dos jardins residenciais para a biodiversidade urbana e para o equilíbrio ambiental das cidades tem fomentado a investigação sobre os benefícios ecológicos dos jardins residenciais, nomeadamente no Reino Unido (Cameron et al., 2012; Gaston et al, 2007; Goddard et al., 2010, 2013), na Austrália (Ghosh e Head, 2009) e nos Estados Unidos da América (Beumer e Martens, 2015; Helfand et al., 2006). Vários estudos identificam um importante conjunto de benefícios ecológicos relacionados com os jardins residenciais (Cameron et al., 2012), entre os quais se destaca o aumento da biodiversidade (Loram et al., 2011). Os jardins residenciais servem de habitats para muitas espécies (Davies et al., 2009) mas, para tal, é fundamental a existência de condições para a permanência de fauna tais como a presença de plantas atrativas, de árvores ou a existência de elementos de água (pequenos lagos, bacias para banhos de aves, bebedouros) (Gaston et al, 2007). A diversidade de vegetação usada na composição do jardim, é em si mesma, promotora da diversidade florística.

O contributo dos proprietários para o incentivo à biodiversidade, através das suas escolhas e atitudes, é determinante para o modo como os jardins contribuem para a biodiversidade (Loram et al., 2011). Contudo, esta dimensão tem sido menos estudada e são ainda escassas as investigações que integram os fatores ecológicos e culturais e que

desenvolvem uma caracterização integrada dos jardins residenciais de cada região ou de diferentes contextos económicos e sociais. Aspectos como: a composição do jardim; a dimensão da área plantada; as atividades desenvolvidas; e a seleção do elenco vegetal, influenciam grandemente o contributo que o jardim pode ter na promoção da biodiversidade (Beumer e Martens, 2015; 2016).

Este artigo tem como objetivo apresentar uma parte dos resultados de uma investigação conduzida, no âmbito de uma tese de mestrado, com o propósito de reunir contributos para dar início ao processo de caracterização da tipologia de “jardim residencial” na região centro-sul do Algarve. A investigação, conduzida procurou também testar uma metodologia que possibilite uma análise de projetos de jardins, de modo a aferir as suas características, nomeadamente: os elementos estruturantes e sua localização espacial (ex. piscina, estadia formal, percursos, tipos de vegetação); a quantificação dos materiais inertes (pavimentos e revestimentos) e vivos (elenco vegetal); a identificação das operações de manutenção conduzidas, bem como a existência de elementos potenciadores da biodiversidade. Procurou-se também averiguar a existência de relações entre elementos analisados, como por exemplo: (a) dimensão do jardim / área do lote; (b) área pavimentada / dimensão do jardim; ou (c) riqueza florística / dimensão do jardim. Complementarmente, através das características dos jardins residenciais analisados, procurou-se compreender se as escolhas e motivações dos proprietários, poderão ser um contributo para a biodiversidade das áreas de paisagem onde os jardins se inserem. Neste artigo são apenas apresentados e discutidos os resultados relacionados com o uso da vegetação nestes jardins residenciais.

Material e métodos

Área de estudo e amostra

A área onde se localizam os jardins analisados corresponde à unidade de paisagem “Litoral do centro algarvio” que abrange parte dos concelhos de Lagos, Silves, Albufeira, Loulé, Faro, São Brás de Alportel, Olhão e Tavira com uma área aproximada de 670 Km² (D’Abreu et al., 2004). O seu aspecto mais característico é a ocupação turística, que se expressa em extensas áreas ocupadas por aldeamentos turísticos dominados por moradias, isoladas ou em banda, com jardins privados e áreas comuns de equipamentos, entre os quais, inúmeros campos de golfe. Atualmente, esta unidade de paisagem é considerada como estando descaracterizada e em desequilíbrio, a nível funcional e ecológico, sendo esse desequilíbrio mais acentuado na faixa do litoral devido à forte presença de espaços urbanizados, de natureza e tipologia muito diversificada (D’Abreu et al., 2004).

A amostra foi composta por 21 jardins residenciais inseridos nos empreendimentos turísticos da Quinta do Lago e Vale do Lobo, no Algarve. Seis dos jardins analisados localizam-se em Vale do Lobo e 15 na Quinta do Lago. Todos os projetos foram realizados pela mesma empresa de construção e manutenção de jardins e são na grande maioria (15 jardins) remodelações de jardins já existentes. Os 6 jardins restantes correspondem a novos jardins, concebidos de raiz. O período de realização dos projetos analisados está compreendido entre 2012 e 2016. O facto de serem remodelações possibilita a existência de vegetação já desenvolvida, em especial no que respeita ao estrato arbóreo.

Os critérios de seleção da amostra foram essencialmente a localização dos projetos em aldeamentos turísticos e a informação disponível, ou seja, a existência de

um plano geral completo em formato dwg, para possibilitar a medição das áreas, relativas aos vários parâmetros de análise definidos.

Recolha e análise de dados

A recolha de dados incluiu: (1) análise espacial dos planos gerais; (2) recolha de informação detalhada sobre elementos do jardim (medições e contagens); (3) levantamento das espécies florísticas identificadas nos jardins em estudo.

Na análise espacial foram observadas as formas, a localização e a distribuição dos vários estratos de vegetação que compõem o jardim e o modo como estes se interligam. Foi realizada com base nos planos gerais gerados no software Autocad. A análise quantitativa reuniu informação detalhada, medida nos planos gerais gerados no software Autocad, relevante para averiguar a vegetação usada nos jardins (tipo e área ocupada por cada estrato de vegetação, manutenção e rega).

A análise da flora consistiu na inventariação de todos os exemplares presentes em cada jardim. Para a determinação da riqueza florística identificaram-se o Índice de Riqueza Florística (IRF) (número de espécies presentes em cada jardim agrupados em taxa consoante o número de taxa (incluindo variedades, híbridos e cultivares): <25=*muito pobre*; 25-49=*pobre*; 50-74=*média*; 75-99=*rica*; 100-149=*muito rica*; >150=*excecional*) e “Densidade Florística” (número de espécies/área de jardim em ha) (Quintal, 2014).

Quando oportuno correram-se regressões lineares, entre as diferentes variáveis observadas, utilizando o método dos mínimos quadrados (software SAS, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Resultados

Análise espacial e dos elementos estruturantes do jardim

No que respeita à dimensão, verificou-se que os lotes possuem áreas entre 1000 e 4200 m² e áreas de jardim entre 702 a 3424 m². Nesta investigação entende-se por jardim toda a área do lote excluindo a área ocupada com o edifício. Em média, os jardins ocupavam 80% da área total do lote (fig. 1).

A área efetivamente revestida por vegetação (superfícies plantadas ou semeadas) ocupava, em média, 66% da área total do jardim, sendo a restante área ocupada por elementos construídos (ex. piscina ou superfícies pavimentadas). A área plantada estava intrinsecamente relacionada com a área do jardim, ou seja, quanto maior era a área do jardim maior era a área plantada.

Todos os jardins analisados apresentavam três estratos de vegetação: arbóreo, arbustivo e herbáceo. Em média, a diferença de percentagem de ocupação das áreas totais de vegetação de diferentes estratos, nos jardins analisados era, aproximadamente, de 10%. Concretamente, a vegetação arbustiva e herbácea com 43% e o relvado com 33%. Contudo, analisando a correlação entre a dimensão da área plantada e a representatividade dos vários estratos, verificou-se que a variável com maior correlação era a “área de vegetação arbustiva e herbácea”, sendo a menor variável a “área do relvado”. Estas correlações podem ser influenciadas por diversos fatores, nomeadamente, as necessidades e exigências dos clientes e/ou as condições da área do jardim (fig. 2).

Os resultados da análise espacial no que respeita às tipologias de organização espacial da vegetação evidenciaram como padrões recorrentes: as bordaduras plantadas (20 jardins), os relvados (21 jardins) e as sebes delimitadoras (19 jardins). Seguiram-se os nichos de plantação (áreas de plantação com determinados tipos de espécies, como

por exemplo, as espécies de suculentas e catos) (7 jardins) e as hortas (1 jardim). Todos os estratos de vegetação estavam presentes na totalidade dos jardins analisados

A vegetação arbórea ocorre em alinhamentos, em grupos ou isoladas. A presença de vegetação arbórea em alinhamento, mais ou menos rigorosos, está associada aos limites e à entrada do lote. A vegetação arbórea em grupo também surge associada aos limites do jardim e a zonas que se pretendem resguardar ou onde se tenciona criar um ambiente diferente. A vegetação arbórea isolada surge em zonas específicas do jardim, como ponto focal. Normalmente são árvores de porte alto e esguio, nomeadamente palmeiras e/ou ciprestes.

Os estratos arbustivo e herbáceo (excetuando relvados) estavam presentes em todos os jardins analisados. Ocorrem associados aos limites do lote, em “bordaduras” de composição mista que, por norma, partem de uma sebe delimitadora e possuem limites orgânicos, exceto nos jardins “contemporâneos” onde se verifica uma tendência para que os limites sejam mais retos e simples (fig. 3).

O relvado é um elemento presente em todos os jardins analisados. A sua forma e tamanho depende das necessidades e preferências do cliente e das condições que o espaço oferece. A forma do relvado é muito diversificada, mas, por norma, tem limites orgânicos. A distribuição do relvado no jardim está geralmente associada à zona da piscina ou à entrada do lote. Em 11 jardins, todos localizados na Quinta do Lago, surge uma faixa de relvado, em conjunto com outros estratos de vegetação, à entrada do lote (fig. 4). Nas reuniões com os proprietários verificou-se que estes têm preferência por áreas de relvado rodeadas por vegetação arbustiva e herbácea, com plantas de grande interesse ao nível da cor, forma e textura.

Em todos os jardins analisados, a totalidade da vegetação era regada. Verificou-se a existência de sistemas de rega por aspersão ou pulverização nos relvados e sistemas de gota a gota nas restantes áreas plantadas, permitindo um uso mais racional do recurso água. Em média, a área de rega por aspersão era de 557 m², tendo-se verificado a menor área de 37 m² e a maior de 1509 m². Já no sistema de rega gota a gota, a área em média era de 726 m², sendo a mínima de 166 m² e a máxima de 1762 m². Todos os jardins possuíam sistemas de rega com sensores de pluviosidade que permitem que o sistema de rega não inicie em situações de precipitação, o que é uma opção vantajosa na poupança de água. Em todos os jardins a água de rega provinha de um furo.

Análise da flora

O elenco florístico identificado era composto maioritariamente por plantas originárias do Reino Holártico (regiões mediterrânicas temperadas, boreais e polares do hemisfério norte), com 74 taxa – 46%. Em segundo lugar, com 22,5%, eram plantas originários da seleção/melhoramento hortícola. Dentro do Reino Holártico, a região Mediterrânica (Sul da Europa, Norte de África e Médio Oriente) era a que se encontrava representada com um maior número de taxa (i.e 28 taxa), correspondendo a 17,5% do elenco identificado. Porém a região da Ásia (Central e Ocidental) estava muito próxima, com 16,3% da flora. No âmbito da vegetação mediterrânica foram identificadas, ainda que em minoria, algumas espécies autóctones, que auxiliam a integração dos jardins na formação vegetal primitiva da área geográfica em que se inserem: palmeira-das-vassouras (*Chamaerops humilis*), murta (*Myrtus communis*), loendro (*Nerium oleander*), pinheiro bravo (*Pinus pinaster*), pinheiro manso (*Pinus pinea*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), folhado (*Viburnum tinus*). A riqueza taxonómica de todos os jardins traduziu a presença de 53 famílias, 100 géneros, 123 espécies, 4 subespécies, 1 variedade, 7 híbridos e 17 cultivares. No que respeita ao regime fenológico verificou-se

que, nos jardins analisados existia um claro predomínio das plantas perenifólias, com 135 *taxa* - 89%. As caducifólias, com 17 *taxa*, tinham uma frequência relativa de 11%.

Relativamente à Riqueza Florística (número total de *taxa*) verificou-se que 19 dos 21 jardins analisados apresentavam um Índice de Riqueza Florística muito pobre e pobre. Apenas 2 jardins integravam a classe média do IRF (Quintal, 2014), um deles com 62 *taxa* e o outro com 52 *taxa*. Como comparação refere-se o estudo da riqueza florística efetuados para os jardins na cidade do Funchal (arquipélago da Madeira) onde em 33 jardins analisados apenas 2 se inseriam na “classe pobre” com 32 e 46 *taxa*, para áreas plantadas de 6780m² e 7450 m², respetivamente (Quintal, 2013). Seria de esperar que a Riqueza Florística aumentasse com a área, no entanto, encontravam-se na classe pobre, tanto jardins com as menores áreas plantadas como jardins com as maiores. Esta situação decorre do facto dos jardins com menor área plantada não possuírem muito espaço disponível e uma área significativa ser destinada à implementação de relvados. Nos jardins de maior área plantada, estes baixos valores devem-se muito à repetição das mesmas espécies em todo o jardim e também ao uso excessivo de relvado. Assim, encontram-se jardins de pequena dimensão, com IRFs pobre a muito pobre, que apresentam uma Densidade Florística (número de *taxa*/ha) elevada superior à de jardins de maior dimensão (quadro 1). A Densidade Florística média encontrada foi de 309 *taxa*/ha, sendo o valor máximo registado de 605 *taxa*/ha (em 314 m²) e o mínimo de 79 *taxa*/ha (em 2028 m²). É uma Densidade Florística razoável, comparando com a encontrada nos 33 jardins do Funchal estudados por Quintal (2007) (média de 243 *taxa*/ha, com um máximo de 786 *taxa*/ha e um mínimo de 47 *taxa*/ha).

Discussão e conclusões

A análise dos 21 jardins residenciais comprovou que existem padrões recorrentes ao nível dos elementos que compõem o jardim, da sua organização espacial e das funções que o jardim cumpre para os seus utilizadores. A existência destes padrões pode estar relacionada com o facto de todos estarem inseridos numa mesma tipologia (aldeamentos turísticos), de serem destinados à mesma classe socioeconómica e por serem executados pela mesma empresa. Os jardins residenciais analisados são, na sua maioria, de grande dimensão e com condições para contribuir para a biodiversidade. Contudo esta intenção não parece ser assumida pelos proprietários.

Nestes jardins, a vegetação, para além de ser o principal elemento, é também o mais importante. São padrões recorrentes: o relvado, a presença de sebes a delimitar o jardim, a vegetação disposta em bordadura e o uso de vegetação exótica.

A composição florística dos jardins é maioritariamente assegurada por espécies introduzidas e exóticas, nativas dos continentes asiático, americano e africano, maioritariamente da China e Japão, do México e da África do Sul. Contudo, o uso de plantas da região mediterrânea surge com uma percentagem significativa, o que traduz uma prática de utilização de plantas adaptadas às condições regionais. Do contacto direto com os proprietários, percebeu-se que a escolha das plantas tende a ser feita principalmente, pelas suas características estéticas – nomeadamente pela cor, textura e floração. A flora algarvia possui uma grande variedade de espécies com interesse ornamental, no entanto, a sua presença nos jardins analisados é escassa. Razões para este facto poderão ser a pouca disponibilidade destas plantas no mercado nacional, tanto em quantidade como em qualidade, e a falta de conhecimento dos proprietários.

Apesar da vegetação ser maioritariamente adaptada às condições climáticas (mesmo a exótica), os jardins dependem de rega (e de outras operações de manutenção) para manterem o aspeto desejado pelos seus proprietários.

Conclui-se que os jardins analisados possuem apenas as condições mínimas para o aumento da biodiversidade, sendo a sua riqueza florística passível de ser melhorada e a presença de fatores potenciadores da biodiversidade quase inexistentes, refletindo assim, a pouca sensibilidade ambiental dos proprietários. É, pois, fundamental a criação de mecanismos de incentivo para às boas práticas e uma melhor divulgação de informação sobre os elementos incentivadores da biodiversidade. É também importante referir, como limitação, o facto de a amostra pertencer unicamente a uma empresa, o que pode influenciar os resultados.

Conclui-se também que a metodologia testada permite caracterização detalhada desta tipologia de jardim e possibilita a inventariação de indicadores considerados fundamentais para o incentivo à biodiversidade. Considera-se fundamental em estudos futuros ampliar a amostra a um maior número de jardins, realizados por outras empresas. Considera-se, ainda, que será importante incluir a realização de questionários aos proprietários, para aferir o nível de conhecimentos e motivações ambientais.

Agradecimentos

Agradece-se à empresa Bloom Landscaping a colaboração neste estudo através a cedência dos projetos que foram objeto de análise e do acesso aos jardins para a realização do trabalho de campo.

Referências

- Beumer, C. & Martins, P. 2015. Biodiversity in my (back)yard: towards a framework for citizen engagement in exploring biodiversity and ecosystem services in residential gardens. *Sustainability Science* 10:87-100
- Beumer, C. & Martins, P. 2016. BIMBY's first steps: a pilot study on the contribution of residential front-yards in Phoenix and Maastricht to biodiversity, ecosystem services and urban sustainability. *Urban Ecosystems* 19:45-76
- Bhatti, M. & Church, A. 2001. Cultivating Natures: Homes and Gardens in Late Modernity. *Sociology* 35: 365-383
- Bhatti, M. & Church, A. 2004. Home, the culture of nature and meanings of gardens in late modernity. *Housing Studies* 19:37-51
- Bhatti, M., Church, A. & Claremont, A. 2013. Peaceful, Pleasant and Private: The British Domestic Garden as an Ordinary Landscape. *Landscape Research* 39:40-52
- Cameron, R. et al. 2012. The domestic garden – Its contribution to urban green infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening* 11:129-137
- D'Abreu, A., Correia, T. & Oliveira, R. (2004). Contributos para a Identificação e Caracterização da Paisagem em Portugal Continental - Volume V (Alentejo Central a Algarve). Lisboa: DGOTDU
- Davies, Z. et al. 2009. A national scale inventory of resource provision for biodiversity within domestic gardens. *Biological Conservation* 142:761-771
- Gaston, K. et al. 2007. Urban domestic gardens (XI): variation in urban wildlife gardening in the United Kingdom. *Biodiversity and Conservation* 16:3227-3238
- Ghosh, S. & Head, L. 2009. Retrofitting the Suburban Garden: morphologies and some elements of sustainability potential of two Australian residential suburbs compared. *Australian Geographer* 40:319-346
- Goddard, M. et al. 2010. Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends in Ecology and Evolution* 25:90-98

- Goddard, M. et al. 2013. Why garden for wildlife? Social and ecological drivers, Motivations and barriers for biodiversity management in residential landscapes. *Ecological Economics* 86:258-273
- Helfand, G. et al. (2006). The economics of native plants in residential landscape designs. *Landscape and Urban Planning* 78:229-240
- Lobo, S. 2012. *Arquitetura e turismo: Planos e projetos. As cenografias do lazer na Costa Portuguesa, da 1ª República à democracia* (Tese de doutoramento. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra)
- Loram, A. et al. 2011. Urban domestic gardens: the effects of human interventions on garden composition. *Environmental Management* 48:808-824
- Quintal, R. (2007). *Estudo Fitogeográfico Dos Jardins, Parques e Quintas Do Concelho Do Funchal*. (Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa)
- Stenner, P, Church, A. & Bhatti, M. 2012. Human-landscape relations and the occupation of space: experiencing and expressing domestic gardens. *Environment and Planning A* 44:1712-1727

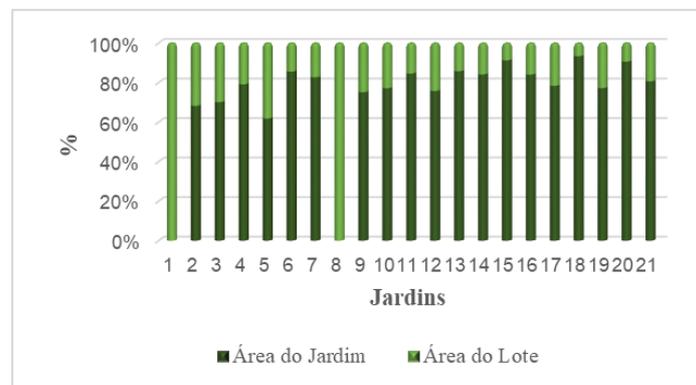


Figura 1 - Relação entre a área de jardim e a área plantada.

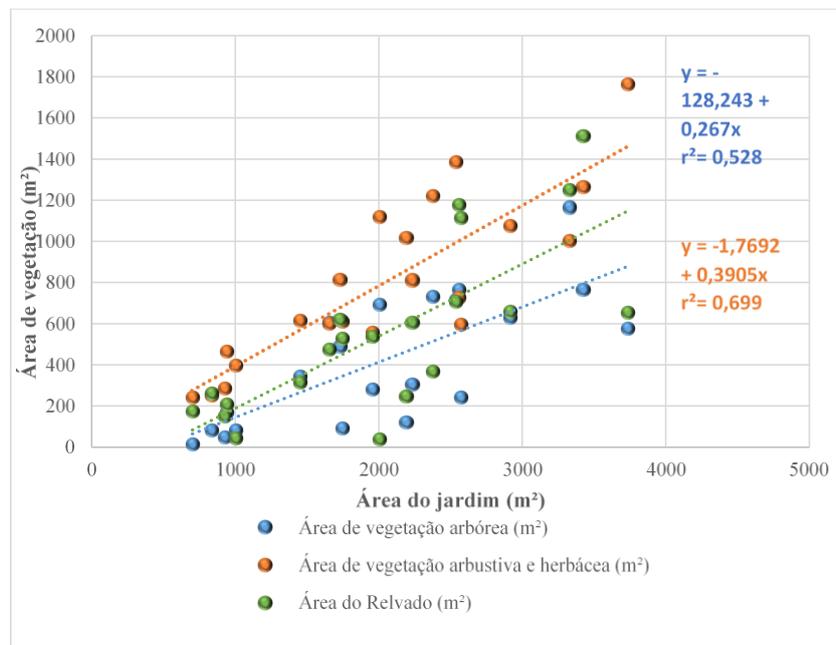


Figura 2 - Correlação entre a variável “Área do jardim” e as variáveis “área de veg. arbórea”, “Área de veg. arbustiva e herbácea” e “Área do relvado”. Regressão linear calculada usando 21 jardins, significativa para $p=0,0004$ (área arbórea), $p=0,0001$ (área arbustiva e herbácea) e $p=0,0002$ (área relvado).



Figura 3 - Análise espacial da vegetação arbustiva e herbácea (jardins a diferentes escalas).



Figura 4 - Análise espacial do relvado (jardins a diferentes escalas).

Quadro 1 - Índice de riqueza florística e índice de densidade florística.

Jardim	Área Jardim (m ²)	Área Plantada (m ²)	Área Ajardinada em ha	Índice de Riqueza Florística (IRF) taxónes no jardim	Classe de IRF	Densidade Florística ou Riqueza Florística tax/ha
Vale do Lobo 396	986	314	0,03	19	Muito Pobre	605
Vale do Lobo 1081	1346	379	0,04	18	Muito Pobre	475
Vale do Lobo 1080	637	412	0,04	18	Muito Pobre	437
Vale do Lobo 587	959	512	0,05	26	Pobre	508
Vale do Lobo 562	1018	672	0,07	28	Pobre	417
Quinta Verde 9	1363	876	0,09	39	Pobre	445
Pinheiros 1-13	1750	1074	0,11	49	Pobre	456
Parque Atlântico 37	2108	1090	0,11	62	Média	569
Atlântico Norte 23	1907	1137	0,11	29	Pobre	255
Vale do Lobo 603	2275	1145	0,15	52	Média	347
Parque Atlântico 143	2258	1206	0,12	40	Pobre	332
Quinta Verde 6	2388	1262	0,13	16	Muito Pobre	127
Parque Atlântico 141	1837	1503	0,15	36	Pobre	240
Palmeiras 3	2778	1575	0,16	47	Pobre	298
Golfe Leste 10	2376	1590	0,16	30	Pobre	189
Beira Lago 5	2420	1709	0,17	17	Muito Pobre	99
Parque Atlântico 47	2734	1731	0,17	44	Pobre	254
Parque Atlântico 111	3369	1731	0,17	31	Pobre	179
Golfe Norte 1	3244	2028	0,20	18	Muito Pobre	89
Encosta Poente 4	3744	2415	0,24	19	Muito Pobre	79
Gondra 9	3779	2574	0,26	23	Muito Pobre	89

Estratégias para a sustentabilidade da horticultura ornamental em Portugal

J.M. Costa¹, R. Silvestre², P. Vilanova² & M.E. Ferreira³

¹LEAF - Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, Lisboa, Portugal, miguelcosta@isa.ulisboa.pt

²APPP-FN, CNEMA, Loja 1, 2000-471 Santarém, Portugal, info@appfn.pt

³Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Av. da República, Quinta do Marquês, 2780-157 Oeiras, Portugal, elvira.ferreira@iniav.pt

Resumo

Em 2012, o sector da horticultura ornamental assegurava cerca de 3 700 postos de trabalho diretos, em 1.010 explorações, além dos indiretos das indústrias a montante e a jusante desta área de atividade. Em 2016, o número de postos de trabalho aumentou e ocorreu um crescimento das exportações de 22% relativamente ao mesmo período de 2015, acima da média de 4% de anos anteriores. É um sector da horticultura portuguesa que apresenta recuperação e crescimento, dinâmico, que apresentou um volume de negócios anual de cerca de 460 milhões de euros (19,3% do volume de negócios do conjunto fruta+hortalças+plantas e flores). Portugal tem condições naturais climáticas que proporcionam uma vantagem competitiva da horticultura ornamental em relação a outros países do centro e norte da Europa. Todavia, há que considerar a competição imposta por espanhóis e holandeses e também uma maior perceção do sector para resolver possíveis limitações relacionadas, por exemplo, com o uso sustentável de recursos hídricos, solo e energia. De facto, as regras europeias ambientais e as novas políticas europeias focadas no princípio da economia circular, obrigam a otimizar a reciclagem de resíduos e o uso mais eficiente de recursos. O desenvolvimento sustentável e o uso eficiente de recursos são cada vez mais uma necessidade e também uma obrigação, quer por parte dos cidadãos e empresas, quer do próprio Estado. A crescente escassez de recursos naturais, a maior sensibilidade social de consumidores face às questões ambientais e leis europeias mais restritivas forçam a horticultura ornamental portuguesa a adaptar-se a este quadro legislativo. Neste artigo apresenta-se a situação do sector e discutem-se as principais condicionantes e a sua capacidade competitiva. A otimização da gestão das explorações, a aplicação de melhores práticas ambientais, o investimento na certificação da qualidade (do produto e ambiental) e políticas que favoreçam uma produção sustentável são discutidas.

Palavras-chave: viveiros, flor de corte, ambiente, qualidade, plantas ornamentais.

Abstract

Strategies for the sustainability of ornamental horticulture in Portugal.

In 2012, the ornamental horticulture sector provided 3,700 direct jobs in a total of 1,010 farms, besides those related to agriculture industries. In 2016, the number of jobs increased, and exports grew by 22% over the same period of 2015, well above the 4% average registered in previous years. Ornamental horticulture is a sector that shows to be recovering and growing and to be able to generate an annual turnover of around 460 million Euros (19.3% of fruits+vegetables+flowers and ornamental plants

turnover). Portugal has natural climatic conditions that provide a competitive advantage of ornamental horticulture relatively to other countries, e.g. those of central and northern Europe. At the same time, however, there is a need to consider Spanish and Dutch competition as well as to increase stakeholder perception of problems and limitations related to, for example, the sustainable use of resources such as water, soil and energy. In fact, European environmental rules, and new European policies focused on the principle of circular economy, oblige the industry to optimize the recycling of solid and liquid wastes and promote an efficient use of resources. Sustainable development and the efficient use of resources are increasingly a necessity and also an obligation of citizens, stakeholders and the Government itself. Scarcer natural resources, increased social sensitivity of consumers to environmental issues and more restrictive European laws force Portuguese or European horticulture to be prepared and adapted to this new legislative and competitive framework. We present the situation of Portuguese ornamental sector and discuss its position within the new competitive market context, as well as to improve farm management strategies, the application of best environmental practices, the investment in certification (product quality, and environmental) and governmental policies that will favour a more sustainable ornamental production.

Keywords: nurseries, flower cut, environment, quality, ornamental plants.

Introdução

Portugal, apesar da sua modesta posição dentro da EU-28 (menos de 2% da área), ocupa o 9.º lugar em valor da produção de plantas e flores. Em 2012, a área de cultivos ornamentais, excluindo viveiros, era de 1 365 ha, dos quais 564 ha com flores de corte, 184 ha com folhagens de corte e complementos de flor e 617 ha com plantas ornamentais (INE, 2013). O número de explorações com cultivos ornamentais era de 1 010 com uma área média de 1,4 ha, com cerca de 30% da área de produção em estufa (\pm 450 ha, em 2012) (INE, 2013). Embora a atividade viveirista e de produção de flores e ornamentais tivesse grande relevo no Norte de Portugal nos finais do século XIX e inícios do século XX (Costa & Cermeño, 2009; Costa et al., 2014b, 2016), a produção concentra-se atualmente no Alentejo, Algarve e Entre Douro e Minho, próximo do litoral, onde o clima é mais ameno e nas proximidades dos grandes centros de consumo (ex. Lisboa, Porto). O Montijo (20 km de Lisboa) tornou-se na maior região produtora de gerbera da Península Ibérica, com cerca de 200 ha de estufas, onde se produzem diariamente cerca de meio milhão de pés de flor de corte, 15% dos quais para exportação. A área de produção no Montijo manteve-se estável nos últimos anos, mas o rácio produção/qualidade aumentou em resultado de investimento em novas tecnologias (ex. hidroponia, estufas mais altas, com estruturas metálicas e melhor controlo ambiental). Todavia, a produção continua limitada durante o inverno, devido a limitações climáticas (temperaturas baixas) e económicas (custos de instalação/manutenção do aquecimento).

A indústria da horticultura ornamental portuguesa é dominada por produtores de pequena/média dimensão focados no mercado interno que produzem e vendem uma gama alargada de produtos. A produção de ornamentais de exterior é diversificada. Engloba espécies como, palmeiras, loendros, lavandulas, buganvílias, hortênsias, e outras espécies mediterrânicas, produzidas principalmente no sul do País (Alentejo e Algarve). A produção de coníferas, camélias, azáleas e caducifólias faz-se mais no centro e norte do país (Costa et al., 2016). Nos Arquipélagos da Madeira e dos Açores a produção ornamental é também significativa e tem assumido caráter exportador.

A estratégia da maioria dos viveiristas (de propagação e planta final) e também dos floricultores é produzirem múltiplas espécies/variedades para o mercado interno evitando a sazonalidade e riscos. Assim na mesma exploração podemos ter aromáticas, herbáceas vivazes e outras ornamentais de vaso (*Gerbera* spp., *Cyclamen* spp., *Poinsettia* spp., *Chrysanthemum* spp. e *Rosa* spp.) (APPPFN, 2013). Há também viveiros florestais que produzem plantas ornamentais para aumentar as vendas e que estão focados no cliente revendedor que prefere um alargado leque de produtos. Na flor de corte passa-se o mesmo. Tal dificulta o controlo ótimo da produção, bem como a qualidade final do produto.

Os produtores estrangeiros sediados em Portugal desenvolvem uma atividade mais especializada, pois têm assegurado os canais de distribuição/exportação para os seus produtos (ex. venda no leilão em Almeer - Holanda, a grandes retalhistas europeus). No entanto, o profissionalismo do sector de propagação de plantas ornamentais em Portugal tem aumentado e há já empresas portuguesas a dedicarem-se à propagação e venda de material de plantação e a exportar, deixando a forçagem e crescimento e a produção da planta final para outros intervenientes da cadeia (APPPFN, 2013; Costa et al., 2016).

Importância socioeconómica do sector

O sector da produção de flor e ornamentais contribui para uma melhoria da qualidade de vida das populações, em especial nas áreas urbanas e periurbanas. De facto, tornou-se cada vez mais relevante a construção de espaços verdes urbanos como forma de espaços de lazer, e como suporte de atividades socioculturais (ex. parques biológicos) e/ou de apoio a sectores como o turismo e lazer (ex. exposição/concursos de flores como o da camélia ou das orquídeas). Mais recentemente, e num contexto de alterações climáticas e temperaturas excessivas (ex. países do Mediterrâneo), o uso de espaços verdes nas cidades ajuda na regulação térmica do ambiente e a diminuir problemas relacionados com picos de temperatura em meio urbano (Oliveira et al., 2011).

Portugal tem cerca de 1 000 empresas do sector, numa área de cerca de 1 360 ha, sendo 30% em cultura protegida. Cerca de 4 000 postos de trabalho (\pm 4 pessoas por hectare), com picos de empregabilidade sazonais. É perceptível a importância económica do sector no contexto da horticultura portuguesa através dos 450-500 milhões de euros de valor de mercado e respetivos impostos de valor de produção estimado pelo GPP para 2016 (quadro 1).

A maioria do material de plantação para produção ornamental (em estufa) é importada (ex. da Holanda, Espanha, França, Alemanha e Itália), podendo também ser importado material de tamanho pequeno de espécies ornamentais para crescimento ('engorda') (Costa et al., 2014b). Em 2016, as importações de plantas vivas e produtos da floricultura atingiram 107 milhões de euros (taxa de crescimento de 3,7% de 2005-2016) enquanto as exportações foram de 77 milhões de euros (taxa de crescimento de 5,1% de 2005-2016), sobretudo de plantas envasadas e de jardim e tendo como principais destinos a Holanda e a Espanha (GPP, 2017).

O número de empresas exportadoras é reduzido sendo que muitas destas são de capitais estrangeiros e estão focadas na exportação (ex. *hydrangea*, citrinos ornamentais e espécies mediterrânicas). Muitas destas empresas têm uma atividade de produção em Portugal destinada a complementar a sua atividade no Norte da Europa (ex. Holanda).

Desafios e estratégias para o sector

O clima de Portugal (continental e insular) favorece a produção de flores e plantas ornamentais e o sector viveirista pode ainda crescer e exportar mais, tirando partido do crescimento económico de Portugal e dos seus parceiros europeus. Contudo, há condicionantes no médio-longo prazo que devem ser considerados: 1) ambientais (alterações climáticas, escassez de recursos naturais, como por exemplo água e substratos orgânicos); 2) económicas (preço dos combustíveis e fatores de produção a aumentar e preços estagnados no mercado interno).

Em regiões secas como as do Mediterrâneo, onde a atividade viveirista e a produção de plantas ornamentais são relevantes (Costa & Cermeño, 2009), a redução da pegada hídrica obriga à gestão e uso eficiente de água de rega e à proteção das massas de água (superficiais e subterrâneas) (Pardossi et al., 2004; Pronk, 2004; EGTOP 2013; Costa et al., 2017). A água utilizada na produção de plantas ornamentais e flores, em cultura protegida, é de cerca de 5 818 m³/ha/ano (Leão & Morais, 2011). As restrições impostas pelas Diretivas Comunitárias (Água, Nitratos, Substratos, Fertilizantes e Pesticidas) à fileira ornamental, com regras cada vez mais apertadas no uso de substratos, biocidas, água e na produção de resíduos (plásticos) e efluentes (EGTOP, 2013; Costa et al., 2014a,b, 2017), são grandes desafios para o sector, em especial para países como Portugal que ainda têm limitações nas tecnologias usadas e na capacidade de investimento/ inovação ao contrário dos congéneres do norte da Europa ou mesmo dos vizinhos espanhóis.

Não é novidade, que ao nível organizacional e comercial as empresas portuguesas têm que ganhar dimensão para competirem com os parceiros estrangeiros, nomeadamente Espanha. Todavia, a excessiva pulverização do sector dificulta a criação de organizações de produtores ou de grupos de empresas com maior capacidade financeira para inovar nos produtos oferecidos e terem maior capacidade negocial. A EXPO 98 revelou a importância do associativismo na representação do sector, na sensibilização dos decisores públicos e ajudou a dar visibilidade nacional e internacional ao sector (APPPFN, 2013). No Arquipélago dos Açores (Terceira) existe a única organização de produtores de flores reconhecida desde 2014, dedicada à produção de produtos florícolas da família das Proteaceae. Os 17 produtores que ocupam uma área de 32 ha, na campanha de 2016-2017, comercializaram cerca de 1 800 000 hastes (flores de corte e folhagem) para o mercado holandês (Fruter, 2017).

O envolvimento do sector privado, mas também o apoio dos governos central e regional a iniciativas do sector são essenciais para que este se adapte às novas propostas e regulamentos europeus (ex. políticas que incentivem a eficiência do sector, como a fiscalidade verde e economia circular são necessárias), apoio à formação profissional e divulgação.

Em relação ao mercado interno de ornamentais, é preciso valorizar ainda mais os espaços verdes. Há ainda falta de consciência na sociedade civil e no sector da construção civil e autarquias em particular. São inúmeros os casos de espaços verdes em perigo em meio urbano, a falta de áreas ajardinadas em zonas urbanas, bem como o uso de espécies e sistemas de manutenção de áreas ajardinadas desajustados ao clima português (Ferreira & Barreiro, 2016; Campo Aberto, 2017).

A maior competitividade dos viveiros e da produção ornamental portuguesa passa também por uma maior oferta de formação profissional (ex. gestão de infraestruturas e de sistemas de controlo ambiental mais modernas, gestão de resíduos) e mais investimento (público e privado) em I&D (ex. seleção e obtenção de novas cultivares, mais resistentes ao *stress*, seleção e testagem de espécies autóctones, uso de

novas tecnologias de propagação e controlo ambiental, reciclagem de resíduos sólidos e efluentes, rega e hidroponia, controlo eficiente de pragas e doenças). Urge publicar mais informação técnica e estatísticas relevantes e garantir um núcleo estável de estudos/divulgação para o sector (Costa et al., 2014a,b, 2016).

O sector não pode esperar que só de 10 em 10 anos sejam publicados dados estatísticos detalhados sobre o mesmo. De facto, boas estatísticas atualizadas e detalhadas (ex. Holanda) são fator de sucesso para investimentos nacionais e estrangeiros. Há necessidade de se reverem políticas para o sector (ex. baixa dos preços de energia, Portugal tem dos preços mais elevados de energia no contexto europeu), reduzir a burocracia e garantir o maior envolvimento das autarquias, em especial daquelas onde a atividade viveirista e de produção de ornamentais é mais ativa.

A cooperação entre os viveiristas e entre estes e a investigação, a promoção de soluções logísticas, em especial para a exportação na altura de picos, a otimização dos canais de distribuição (cadeias mais curtas, melhorar a capacidade negocial com a grande distribuição, mais aconselhamento e informação para distribuição) e potenciar as vendas das indústrias auxiliares nacionais (substratos, têxtil, plásticos e fertilizantes) são ainda estratégias a seguir para a sustentabilidade do sector.

É ainda necessário modernizar infraestruturas (estufas com maior volumetria e melhor controlo ambiental) e outras tecnologias que tragam mais eficiência no uso de recursos (ex. rega mais eficiente e reciclagem de efluentes, materiais biodegradáveis, uso de substratos em alternativa à turfa) e que permitam melhor controlo de pragas e doenças, maior previsibilidade do crescimento, colheita e qualidade final. Neste tipo de investimentos o acesso ao crédito é crucial e a banca mais especializada portuguesa também poderia ter aqui um papel relevante, tal como ocorre na Holanda (ex. Rabobank) ou em Espanha (ex. Cajamar, em Almeria).

O futuro da produção nacional de flor de corte, de planta envasada e da atividade viveirista implica maior certificação da qualidade de acordo com a legislação europeia, de modo a facilitar as exportações (Canhoto et al., 2013; Ferreti, 2013). A certificação das empresas é essencial para a competitividade e sustentabilidade do sector, pois impõe a adoção de práticas agrícolas ambientalmente mais sustentáveis, através da redução do uso de produtos químicos, fertilizantes e energia, a melhoria da organização interna e boas práticas para os trabalhadores (Gonçalves & Mourão, 2014). O tipo de certificação é muitas vezes escolhido em função do mercado a que os produtos se destinam. O mercado europeu é bastante exigente nesta prática, pois não é só a qualidade do produto que importa para o retalhista e para o comprador, mas também a prova do respeito pelo meio ambiente e de boas condições sociais da empresa (Rombouts, 2011). Em Portugal, são doze as empresas certificadas pelo Programa MPS-Sustainable Quality, sendo sete localizadas no Algarve, três no Litoral Alentejano e duas na região de Pegões. Todas as empresas estão certificadas pelo MPS-ABC (ambiente), sendo que metade, acumulam com o MPS-GAP (boas práticas agrícolas) e MPS-Q (boas práticas sociais) (Rombouts, comunicação pessoal).

Uma estratégia competitiva e sustentável de longo prazo para a fileira da horticultura ornamental envolverá obrigatoriamente a conjugação de esforços entre empresas, associações, academia, autarquias e governo central e seus órgãos de gestão e planeamento (ex. GPP).

Gestão e valorização de resíduos e economia circular

A gestão de resíduos sólidos, orgânicos e inorgânicos é um tema atual que necessita de melhor caracterização em horticultura protegida, para diminuir os riscos de

poluição, dispersão de pragas e doenças, e para a valorização dos resíduos originados (ex. produção de energia, reciclagem). As quantidades produzidas de resíduos orgânicos no país, na falta de dados mais fidedignos, só podem ser estimados com base em dados de outros países/regiões mediterrânicos onde se produzem em média cerca de 29 t/ha/ano (Cara & Rivera, 1998), podendo atingir as 130-170 t/ha/ano (Boulard et al., 2011). Esta gama de valores está relacionada com a espécie cultivada e o grau de intensificação cultural. Quanto aos substratos utilizados, as quantidades produzidas podem variar entre 0,6-1,0 kg/m²/ano (Cara & Rivera, 1998).

Em Portugal, a massa de resíduos das coberturas dos abrigos, considerando o filme de polietileno (200 µm), substituído cada três anos e com uma área coberta de 14 000 m²/ha, estima-se em cerca de 2 060 t, montante que é consistente com os valores de 0,07 e 0,10 kg/m²/ano para filmes plásticos, sugeridos por Cara & Rivera (1998) e Bergstrand (2010).

Um progresso considerável na gestão de resíduos agrícolas, foi a recolha de embalagens de fitofármacos, mas a recolha e reciclagem de plásticos agrícolas (ex. filmes de cobertura do solo e abrigos) continua problemática (Valorfido, 2014). A recolha destes resíduos não está organizada, nem oficialmente quantificada. A reciclagem de substratos inorgânicos (ex. lã de rocha, perlite) é também difícil e embora a sua incorporação direta no solo seja barata, é negativa para o ambiente.

Conclusões

Para a sustentabilidade e competitividade do sector da horticultura em Portugal deverá ser implementado um plano estratégico plurianual; estatísticas desagregadas e mais específicas e informação sobre mercados; I&D orientados às necessidades do sector e com carácter permanente; formação profissional; políticas de fiscalidade verde para promover a eficiência do uso de recursos, valorizar espaços verdes e paisagismo; apoio estatal na monitorização e certificação do produto e marketing; análises atualizadas do mercado externo, para suporte à exportação; simplificação ao nível do licenciamento, certificação e homologação de fitofármacos e mais monitorização da atividade de venda em mercados e feiras.

Referências

- APPPFN. 2013. Uma associação para a produção de plantas ornamentais e flor de corte em Portugal – A APPP-FN. Revista da Associação Portuguesa de Horticultura 110:56-59.
- Bergstrand, K. 2010. Approaches for mitigating the environmental impact of greenhouse horticulture. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp. (ISBN 978-91-576-7538-5).
- Boulard, T., Brun, R., Raepel, C., Lecompte, F., Hayer, F., Carmassi, G. & Gaollard, G. 2011. Environmental impact of greenhouse tomato production in France. *Agronomy Sustainable Development* 31:757-777.
- Campo Aberto. 2017. Espaços verdes e vivos. Um futuro para a Área Metropolitana do Porto. Edição Campo Aberto – Associação de Defesa do Ambiente, 212 p (ISBN 978-972-99960-5-4).
- Canhoto, J., Guilherme, R., Palha, M.G., Vaz, A.S., Costa, M., Moreira, J. & Silvestre, R. 2013. II Colóquio Nacional de Sementes e Viveiros. Revista da APH 113:20-21.
- Cara, G.R. & Rivera, J.H. 1998. Residuos en la agricultura intensiva. El caso de Almería. Encuentro medioambiental Almeriense: En busca de soluciones. Almería, España 7 y 8 de Marzo. pp.128-132.

- Costa, J.M. & Cermeño, P. 2009. Iberian Ornamentals Industry: Diversified and Innovative. *Chronica Horticulturae* 49 (4):33-36.
- Costa, J.M., Reis, M., Passarinho, J., Ferreira, M.E. & Almeida, D. 2017. Microeconomical and environmental sustainability of Portuguese greenhouse horticulture: a critical assessment. *Acta Hortic.* 1170:1117-1124. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1170.144.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1170.144>
- Costa, J.M., Reis, M., Passarinho, J.A., Palha, M.G., Carvalho, S.M.P. & Ferreira, M.E. 2014a. Sustentabilidade sócio-ambiental da horticultura protegida em Portugal. In: 'VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas: Innovar y Producir para el Futuro' (F.G.UPM, ed.):1805-1810 (ISBN: 10: 84-695-9055).
http://www.agroingenieria.es/documentos/Libro_de_actas_completo_dic_2014_final.pdf
- Costa, J.M., Silvestre, R. & Ferreira, M.E. 2016. Viveiros e horticultura ornamental portuguesa: história, características e estratégias para a competitividade. *Revista da Associação Portuguesa de Horticultura* 121:22-26.
- Costa, J.M., Vilanova, P., Silvestre, R. & Ferreira, M.E. 2014b. Propagação e produção de flores e plantas ornamentais em Portugal: situação e perspectivas para a competitividade. *Actas de Horticultura* 68:9-14. (ISBN: 978-846-17-3029-9).
<http://jiho14.eu/actas/009Portugal.pdf>
- EGTOP.2013. Final Report on Greenhouse Production (Protected Cropping). Expert Group for Technical Advice on Organic Production. EU.
http://ec.europa.eu/agriculture/organic/eu-policy/expert-advice/documents/final-reports/final_report_egtop_on_greenhouse_production_en.pdf.
- Ferreira, M.E. & Barreiro, G. (Coord.) 2016. Mãos à Horta. Agrobok 326pp.
- Ferreti, R. 2013. Ornamental plant production in Europe: what role should be played in the global match? (<http://www.aboutplants.eu/portal/cms/ENG/content-cultivation/240-ornamental-plant-production-in-europe-what-role-should-be-played-in-the-global-match.html>).
- Fruter. 2017. <http://www.fruter.pt/sectores/index.php?sector=5>
- Gonçalves, P. & Mourão, I.M. 2014. Estudo da implementação da certificação MPS-Quality no sector da horticultura ornamental. *Revista da Associação Portuguesa de Horticultura* 114:24-28.
- GPP. 2016. http://www.gpp.pt/pbl/Period/Cultivar_3_digital.pdf
- INE. 2013. Floricultura e Plantas Ornamentais – 2012. Instituto Nacional de Estatística. 64p.
- Leão, P. & Morais, A. 2011. MECAR – Metodologia para a estimativa da água de rega em Portugal. O uso de água na agricultura, INE, 17-42.
- Oliveira, S., Andrade, H. & Vaz, T. 2011. The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: a case study in Lisbon. *Building and Environment*. 46: 2186-2194. DOI:10.1016/j.buildenv.2011.04.034.
- Pardossi, A., Incrocci, L. & Marzalletti, P. 2004. Uso rationale delle risorse nel florovivaismo: l'acqua. Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, Firenze. 291p.
- Pronk, A.A. 2004. Irrigation and nitrogen use efficiency of *Thuja occidentalis* grown on sandy soils. WUR Wageningen UR. The Netherlands 130 p.
- Rambouts, R. 2011. Cómo dar una respuesta adecuada a la demanda de sustentabilidad. *Actas Portuguesas de Horticultura* 19:175-185.
- Valorfito 2014. Prémios Valor Fito. *Revista Frutas Legumes e Flores*. N. 150. Março 2014.

Quadro 1 - Valor da produção (M€) para as três subfileiras da horticultura portuguesa de 2007 a 2016.

Produto	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015*	2016**
Hortícolas ¹	623	625	657	711	648	692	784	746	784	776
Plantas e flores	473	494	508	496	495	464	470	444	476	457
Frutas ²	855	914	914	914	956	891	1041	1021	1120	1146
TOTAL	1952	2033	2079	2121	2099	2048	2295	2202	2380	2379

¹Inclui batata; ²Frutos frescos, citrinos, frutos subtropicais, uvas e azeitonas.

Fonte: INE (*dados provisórios) (**dados preliminares)

Questões emergentes na rega em agricultura urbana face às crises da água num panorama geográfico global

P.B. Luz & M.E. Ferreira

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Av. da República, Quinta do Marquês, 2780-157 Oeiras, Portugal, paulo.luz@iniav.pt, elvira.ferreira@iniav.pt

Resumo

As estratégias de gestão dos ecossistemas para enfrentar as "crises da água" (observadas em vastas regiões de todos os continentes) requerem medidas de mitigação e adaptação, determinantes para o desenvolvimento da agricultura urbana e periurbana nas grandes áreas de crescimento habitacional e populacional. Nas questões levantadas no domínio dos recursos hídricos assume-se uma grande preocupação pelas condições de abastecimento e de procura, sobretudo em regiões com situações recorrentes de escassez de água. Nessas regiões, a redução da disponibilidade de água pode ter origem: (1) nas componentes do ciclo hidrológico, nomeadamente baixas precipitações e elevadas evapotranspirações; e (2) na procura excessiva por diferentes sectores de consumo. Constata-se ainda, que a maior variabilidade climática e os riscos crescentes de fenómenos de seca têm contribuído para reduzir a sustentabilidade do uso dos recursos naturais e da produção alimentar em muitos países. Nas opções de adaptação relacionadas com o uso da água e a rega, cresce a utilização de tecnologias avançadas de automatização e de informação, combinadas com melhores princípios de comportamento e governança. Neste sentido, procura-se maior eficiência na utilização da água, sendo fundamental a existência de informação meteorológica, na base de dados históricos e atuais, para a elaboração de balanços e de previsões das necessidades hídricas das culturas. Numa abordagem integrada, que envolve a relação da água com um sistema solo-planta-atmosfera em particular, a escolha das culturas poderá ser crucial para se lidar com restrições hídricas, verificando-se ser adequada a opção por espécies autóctones, melhor adaptadas às características edafoclimáticas. No âmbito deste estudo, identificaram-se diversas regiões associadas a climas continentais e mediterrânicos (Alemanha, Canadá, China e Portugal) com necessidades de rega, onde se preveem soluções específicas (e.g. tipo de cultura, sistemas de rega, de recolha e de armazenamento de água) para se ultrapassarem as limitações de origem humana e natural.

Palavras-chave: área urbana, práticas de rega, recursos hídricos renováveis, sistemas-índices de classificação, regiões climáticas.

Abstract

Emerging issues regarding irrigation in urban agriculture given the water crisis within a global geographical outlook

Ecosystems management strategies to face "water crisis" (observed in large regions of all continents) require measures of mitigation and adaptation, which are also crucial to the urban and peri-urban agriculture development, where housing and population growth take place. Regarding the issues raised in water resources, it is a serious concern the conditions for water supply and demand, mainly in regions subjected to water scarcity. In such regions, the water availability may be due to: (1)

lack of precipitation or high evapotranspiration rates (seasonal or annual); and (2) overexploitation concerning different consumption sectors. It is also worth noting that the increasing climate variability and uncertainty of droughts, due to climate change, are contributing to reduce the sustainability of natural resources and food provision in many countries. Within the framework of adaptation options regarding the water use and irrigation, it is remarkable to see the increasing application of advanced information and automation technologies. Moreover, information actions are including behaviour and governance practices based on scientific evidence of agro-environmental risks. In this sense, irrigation sector need most efficient water management practices and it is crucial to provide weather forecasting and historical or statistical data series to produce water balances. In an integrated approach, involving the relationship between water and a site-specific soil-plant-atmosphere system, the selection of crops is crucial to deal with water restrictions. A range of well succeeded options comprises native species, well adapted to soil and climate conditions, and production technologies to avoid the inefficient use of water. In the scope of this study, several regions were identified associated to Continental and Mediterranean climates (Canada, China, Germany and Portugal), typically requiring irrigation practices, where specific solutions are foreseen (e.g. crops, irrigation systems, collect and storage water systems) to overcome the limitations of human and nature origin.

Keywords: classification systems-indices, climatic regions, irrigation practices, renewable freshwater resources, urban area.

Introdução

O sucesso da agricultura urbana pode ser avaliado em grande medida, pelo seu impacto na produção de alimentos associado à sustentabilidade dos recursos naturais. Neste contexto, e em particular no domínio da hidroclimatologia, são crescentes as preocupações com as condições de escassez de água e torna-se necessário avançar com estratégias que determinam um uso mais racional da água.

Importa identificar as principais componentes climáticas do ciclo hidrológico que influem nos níveis de disponibilidades e de restrições hídricas, nomeadamente a precipitação e a evapotranspiração. O estudo do ciclo hidrológico, com informação de séries históricas/temporais, é um passo básico para determinar a variabilidade das suas componentes e as relações destas com indicadores quantitativos e qualitativos agroambientais que envolvem os recursos utilizados (e.g. água, solo, ar, energia e plantas). Esta abordagem proporciona informação sobre as necessidades hídricas, de água armazenada e de rega e drenagem, permitindo estabelecer um conjunto de recomendações sobre prioridades ao nível de projetos, de instalações e de práticas de gestão. As medidas e ações então tomadas desempenham um papel muito importante na mitigação dos riscos de escassez de água e, conseqüentemente melhoram a capacidade produtiva da agricultura urbana.

Com base em estudos de climatologia à escala global, para além das regiões com problemas de desertificação, estão identificadas vastas regiões com problemas de aridez, nas quais, de curto a longo prazo, a precipitação tende a ser bastante baixa e inferior à evapotranspiração potencial (Maliva & Massimer, 2012). Numa perspetiva continental e em termos médios anuais, os problemas de falta de água na Europa não são muito acentuados, contudo em muitos dos seus países existem grandes desequilíbrios entre captação, disponibilidade e utilização, devido à sobrexploração dos recursos hídricos renováveis (RHR), à magnitude da variabilidade climática/hidrológica natural (sazonal e interanual), ou aos períodos temporários de seca (EEA, 2009). Em ambas as realidades geográficas verificam-se condições recorrentes de escassez de água, pelo que os RHR são em geral insuficientes para a totalidade das necessidades da natureza e dos diferentes sectores de atividade económica (Rijsberman, 2005), sendo necessárias medidas de adaptação para se impulsionar o fornecimento da água disponível de uma forma mais racional. Neste sentido, relativamente à rega, aponta-se para opções de estruturas e práticas adaptadas à especificidade

urbana das condições de abastecimento de água. Objetivamente, para um determinado local, o saber como, quando e quanto regar depende da caracterização do sistema solo-cultura-atmosfera e de critérios de gestão e calendarização relacionados com um balanço hídrico, o qual permite avaliar a água disponível no solo ao longo do ciclo vegetativo dessa cultura (FAO, 2015).

Refletindo os pressupostos acima mencionados, este trabalho apresenta um conjunto de regiões associadas a climas continentais e mediterrânicos (Alemanha, Canadá, China e Portugal), com características diferenciadas de aridez e tipicamente com necessidades de rega. Na continuidade de uma análise abrangente, com várias escalas espaciais e períodos temporais, sublinha-se a importância de se validarem soluções específicas (e.g. culturas, sistemas de rega, sistemas de recolha e armazenamento de água) na perspetiva de uma gestão eficaz para se ultrapassarem as limitações de origem humana e natural, que resultam em desequilíbrios na distribuição dos recursos hídricos renováveis.

Caracterização dos recursos hídricos renováveis e das regiões climáticas

Para melhorar a gestão dos recursos hídricos renováveis (RHR) têm sido propostos numerosos fatores, indicadores e índices hidroclimáticos, integrados em processos de avaliação quantitativa e qualitativa (Maliva & Massimer, 2012; Moorhead et al., 2015). Muitas organizações à escala nacional e global têm construído mapas com informação de séries históricas de componentes do ciclo hidrológico (e.g. temperatura - T, precipitação - P, evapotranspiração potencial - ETp) associados a redes de observação/monitorização, contribuindo assim para o desenvolvimento de modelos de simulação e avaliação. Também para facilitar a análise das condições que envolvem a falta de água são correntes na literatura algumas definições. A "aridez" e a "seca" correspondem a fenómenos naturais de insuficiente precipitação no ciclo hidrológico, que determinam a redução da disponibilidade dos recursos hídricos de forma permanente ou temporária, respetivamente (Pereira et al., 2002). A "escassez" de água constitui um desequilíbrio entre disponibilidade e procura (EEA, 2009) e distingue-se a "escassez física", como a inexistência de recursos hídricos suficientes para a totalidade das necessidades, da "escassez económica", em que não haverá garantias de disponibilidade dos recursos caso os sistemas de armazenamento, distribuição e regulação não sejam construídos (Barker et al., 2000).

Destacam-se ainda alguns indicadores/índices que permitiram traçar um quadro comparativo sobre o uso da água em algumas regiões climáticas, sujeitas a condições de falta e com práticas comuns de rega: (1) Índice de *Stress* Hídrico; (2) Índice de Aproveitamento de Água; (3) Índice de Aridez. Rijsberman (2005) menciona o Índice de *Stress* Hídrico (WSI - *water stress index*), que representa, à escala nacional, um volume de RHR por ano e por habitante. Um valor inferior a 1 700 m³/ano por habitante corresponde a condições de falta de água, em que os países não conseguem satisfazer a totalidade das necessidades. Em situações de abastecimento inferior a 500 m³/ano por habitante, os países experimentam a designada "escassez absoluta". O Índice de Aproveitamento de Água (WEI - *water exploitation index*) corresponde à razão entre a média anual do consumo de água e os recursos médios disponíveis a longo prazo (EEA, 2005). O quadro de classificação deste critério aponta para a vulnerabilidade de países/territórios a situações de escassez de RHR. Apenas quando os países consomem menos de 10% dos RHR é considerada a condição de não escassez; a "escassez reduzida" (10-20%), a "escassez moderada" (20-40%) e a "escassez severa" (consumo superior a 40% de RHR) são as classes para as situações crescentes de vulnerabilidade. O Índice de Aridez (AI - *aridity index*) (UNESCO, 1979) baseia-se na razão entre a precipitação anual e a evapotranspiração potencial, devendo merecer especial atenção as classificações de "semiárido" (0,20-0,50) e de "sub-húmido seco" (0,50-0,65).

Pela análise do quadro 1 constata-se que por associação às áreas (unidades em "mm"), Portugal e Alemanha apresentam os valores mais elevados de P e de RHR. A situação mais favorável de Portugal em RHR reflete o peso das afluências externas, ou seja das águas que recebe de Espanha. Com base no WSI, observa-se que o Canadá sobe para um nível de grande abundância, mas a Alemanha e a China aproximam-se do valor crítico acima referido. Portugal assegura uma classificação confortável de não escassez de RHR, com um valor de cerca de 7 000 m³/ano *per capita*.

A perceção de escassez de água pode, no entanto, alterar-se com a utilização do WEI. Assim, de acordo com um relatório da APA (2015), Portugal regista na área continental um consumo um pouco

inferior a 10% dos RHR (classificação de não escassez), ou seja inferior a 7 300 hm³, e em que a fração da água consumida no setor agrícola ultrapassa os 50% com 3 500 hm³ a 4 000 hm³; no entanto, numa análise por bacia hidrográfica, observam-se vários valores do WEI entre 20% a 40%, nomeadamente no Alentejo e no Algarve, que correspondem já a condições de escassez moderada. No caso da Alemanha, salvo algumas áreas pontuais, o território encontra-se em condições de não escassez (EEA, 2005), no entanto, englobando o setor da energia, o valor do WEI poderia chegar a 25%, mas é com água não consumida devolvida ao ciclo hidrológico sem grandes mudanças. A análise das condições de escassez com o WEI no Canadá e na China, sendo ambos países de grande extensão territorial, revela grandes diferenças; no Canadá, as condições de alguma escassez são apenas pontuais, mas na China observam-se extensas regiões nas diferentes classificações de escassez (GEO, 2010) e, em média, só no regadio são utilizados 15% dos RHR.

Com a informação apresentada no quadro 2, baseada em valores médios de componentes do ciclo hidrológico para duas ou mais décadas, pretende-se enquadrar algumas regiões que tendem a registar períodos de falta de água. Em termos de P os valores anuais são muito semelhantes, contudo os valores de ETp variam acentuadamente: entre os 500 mm nas regiões da Alemanha e do Canadá e os 1000 mm ou mais nas regiões da China e de Portugal. Consequentemente, o AI tipifica condições de "semiaridez" na China e Portugal e de "não aridez" na Alemanha e no Canadá. Os períodos deficitários de água (PDA) sazonais, envolvendo um balanço hídrico ao longo de quatro meses, permitem uma primeira aproximação às necessidades de água. Para as condições médias especificadas é possível apontar em Portugal e na China baixos níveis de precipitação (50 mm em anos mais secos) e a perspectiva de valores superiores, entre 150-180 (anos mais secos) a 300 mm, na Alemanha e Canadá. Para os registos de ETp é possível diferenciar a região de Portugal com um valor médio de 650 mm de todas as outras, com valores próximos dos 300 mm.

Gestão dos recursos hídricos nas regiões climáticas

A agricultura urbana deve estar associada ao aumento da resiliência dos ecossistemas, sendo importante conhecer as condições edafoclimáticas da zona escolhida e identificar as práticas e tecnologias a utilizar no domínio da água. Um desempenho ecológico mais elevado depende do conhecimento das especificidades locais e dos riscos de falta ou poluição de água, nomeadamente: (1) variabilidade espacial e temporal do solo e da meteorologia; (2) meios de abastecimento de água (para assegurar a quantidade e a qualidade necessárias); (3) adaptação e qualidade das culturas face às disponibilidades hídricas (Connellan, 2004). Com a informação obtida, as melhores soluções podem ser propostas para a seleção e configuração das estruturas e equipamentos (e.g. recolha, tratamento e armazenamento de água, rega ou drenagem) e para as práticas de gestão (e.g. programação, monitorização e condução da rega). As estratégias de gestão da rega tendem a envolver práticas de interesse para poupar água potável, sendo de assinalar a rega deficitária, a reutilização de águas tratadas e a opção por culturas mais tolerantes à secura (Luz & Ferreira, 2016).

A previsão das necessidades de rega para as quatro regiões climáticas consta do quadro 3, quando a evapotranspiração sazonal (ETp (s)) é superior à precipitação sazonal (P (s)). Note-se que a ETp (ou, numa base de equivalência a ETo - evapotranspiração de referência) deverá ser associada ao uso consumptivo de água pelas plantas. Ao longo daquele período, os balanços hídricos podem então ser programados com base em eventos de precipitação e rega que repõem os níveis de água no solo. As necessidades de água previstas resultam de uma abordagem simplificada, na medida em que os valores a atribuir a esses eventos deveriam ter ainda em conta alguns fatores, tais como: (1) nível inicial de água no solo; (2) água de ascensão capilar; (3) precipitação efetiva; (4) eficiência de aplicação do sistema de rega (para determinação das dotações reais); e (5) coeficientes culturais (Kc) que afetam a ETp (para determinação da variação da

evapotranspiração cultural nos diferentes estágios de desenvolvimento cultural) (Luz & Ferreira, 2016).

No perfil de um solo com textura ligeira com hortícolas e profundidade entre 10-50 cm (e correspondente profundidade radicular) a reserva utilizável (RU) poderá variar entre 6 mm a 40 mm. Para uma reserva facilmente utilizável de 30-50% da RU, associada a muitas culturas, os níveis de água no solo disponível podem não ultrapassar 5 mm. Nas regiões semiáridas nos períodos mais secos, em que a ET diária das culturas tende a ultrapassar esse valor, as regas serão usualmente diárias ou mesmo bidiárias com dotações muito pequenas. Nas outras regiões e para o mesmo tipo de solo, nos períodos críticos de necessidades de água, a rega poderá ser calendarizada para intervalos de um ou dois dias. Já nos solos mais pesados e para culturas com raízes mais desenvolvidas/profundas os esquemas de rega podem envolver intervalos entre três a sete dias, em função da maior ou menor ET das regiões, o que não impede que as regas sejam diárias com a opção por dotações mais baixas.

Para as regiões e nos períodos em análise verifica-se que, pela diferença entre a ETp(s) e a P(s), as necessidades potenciais de água das culturas variam entre 100 mm e 600 mm. Nos casos de Portugal (clima mediterrânico seco) e da China (clima continental), com semiaridez, a rega é uma prática sazonal continuada, mas nos casos da Alemanha (clima subcontinental) e do Canadá (clima continental) a rega será uma necessidade variável em função dos verões serem secos ou húmidos (caso de precipitação sazonal de 300 mm) (quadro 3).

Considerando-se cenários de necessidades de rega em talhões de 50 m², em que a precipitação antecedente à plantação, se armazenada, é suficiente para cobrir as necessidades de rega ao longo do ciclo vegetativo da cultura, admitem-se necessidades de captação e disponibilidade a variar entre 5 m³ e 30 m³ (não contabilizando as perdas associadas às eficiências). Torna-se evidente que o clima mediterrânico é o mais desfavorável e poderão ser necessárias infraestruturas de apoio (e.g. reservatórios ou lagos de receção) com maior dimensão, à falta de abastecimento institucional/municipal da área urbana (quadro 3). Os sistemas de rega localizada, como a gota a gota e a microaspersão, tendem a garantir uma melhor uniformidade e eficiência sendo tradicionalmente a opção apontada para uma agricultura urbana sustentável (Ferreira & Luz, 2016).

Nestas situações, importa planificar criteriosamente as culturas a implantar nos talhões. Para além das preferências alimentares, devem ser escolhidas as espécies autóctones e/ou variedades regionais, menos exigentes em água e mais resistentes ao ataque de pragas e doenças (Ferreira & Luz, 2016). Variedades mais precoces, de ciclo cultural mais curto e com sistema radical mais profundo, são também uma boa opção para a poupança de água (NRC, 1996). Outras práticas como mobilizações de solo reduzidas, incorporação de matéria orgânica e compostagem, permitem uma melhor eficácia das práticas de regadio.

Conclusões

No âmbito da agricultura urbana destaca-se a importância de abordar aspetos hidroclimáticos, nomeadamente nas condições de redução da disponibilidade dos recursos hídricos associadas à variabilidade do ciclo hidrológico e a alterações climáticas. É notório que as análises para sustentar a resiliência das parcelas agrícolas a limitações hídricas deverão envolver diferentes escalas temporais e geográficas. Nessa perspetiva, alguns índices (e.g. stress hídrico, aproveitamento hídrico e aridez) e sistemas de classificação (e.g. escassez) permitiram avaliar a magnitude da escassez anual e sazonal de água e qual o impacto nos ecossistemas urbanos. No panorama geográfico avaliado, para quatro regiões climáticas, as condições mediterrânicas são manifestamente as mais desfavoráveis para a rega. As estratégias de governança a implementar na base da informação específica obtida permitem apontar soluções de gestão e práticas de rega para proporcionar maior capacidade adaptativa e produtiva à agricultura urbana. Neste contexto, têm vindo a ganhar importância as opções por sistemas de rega localizada, estruturas de recolha e armazenamento de água, e culturas menos exigentes em água.

Referências

- APA. 2015. Plano Nacional da Água - Relatório n.º 2. Agência Portuguesa do Ambiente.
- Barker, R., Scott, C.A., Fraiture, C.D. & Amarasinghe, U. 2000. Global water shortages and the challenge facing Mexico. *Water Resources Development* 16 (4);525-542.
- Connellan, G.J. 2004. Evaluating the performance of urban irrigation, Proceedings of NZWWA Conference, Christchurch.
- EEA. 2005. European environment outlook. EEA Technical Report No. 4/2005. Copenhagen.
- EEA. 2009. Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought. European Environment Agency Technical Report No. 2/2009. Copenhagen.
- FAO. 2015. AquaCrop. FAO Water Development and Management Unit and International Programme for technology and research in irrigation and drainage (IPTRID). Rome.
- Feio, M. 1991. Clima e agricultura. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação. Lisboa.
- Ferreira, M.E. & Luz, P.B. 2016. Estratégias de uso da água para as hortas urbanas no contexto de regiões climáticas em Portugal. *Actas Portuguesas de Horticultura* 27:96-101.
- GEO. 2010. Crafting geoinformation. Group on Earth Observations. GEO Secretariat, Geneva, Switzerland, 124 p.
- IOW. 2013. Stakeholder participation in adaptation to climate change – Lessons and experience from Germany. Institute for Ecological Economy Research. German Federal Environment Agency. Vol. 12. Dessau-Rosslau.
- Luz, P.B. & Ferreira, M.E. 2016. As hortas urbanas e a sustentabilidade dos recursos solo, água e energia. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 27:90-95.
- Maliva, R. & Missimer, T. 2012. Arid lands water evaluation and management. environmental science and engineering, Springer-Verlag, Berlin
- Moorhead, J., Prasanna, H., Singh, V., Porter, D., Marek, T., Howell, T. & Stewart, B. 2015. Identifying and evaluating a suitable index for agricultural drought monitoring in the Texas High Plains. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)* 51(3): 807-820.
- NRC. 1996. A new era for irrigation. National Research Council. National Academy of Sciences. National Academic press. Washington D.C.
- OECD. 2008. Total renewable fresh water resources. OECD Environmental Data Compendium. Inland water Section.
- Pereira, L., Liang, R., Musy, A & Hann, M. (Eds.) 1998. Water and soil management for sustainable agriculture in north China plain. DER – Instituto Superior de Agronomia, Lisboa
- Pereira, L., Oweis, T. & Zairi, A. 2002. Irrigation management under water scarcity. *Agricultural Water Management* 57, 175-206
- Riediger, J., Breckling, B., Nuske, R. & Schroeder, W. 2014. Will climate change increase irrigation requirements in agriculture of Central Europe? A simulation study for Northern Germany. *Environmental Sciences Europe*. Springer 26:18.
- Rijsberman, F.R. 2005. Water scarcity: Fact or fiction? *Agricultural Water Management* 80, 5-22.

- Rosário, L. 2004. Indicadores de desertificação para Portugal Continental. Direcção-Geral dos Recursos Florestais. Núcleo de Desertificação. Lisboa, 65 p.
- Santos, F.D., Forbes, K. & Moita, R. (eds.). 2002. Climate change in Portugal. SIAM Project, Gradiva, Lisbon.
- Shen, Y., Kondoh, A., Tang, C., Zhang, Y., Chen, J., Li, W., Sakura, Y., Liu, C., Tanaka, T. & Shimada, J. 2002. Measurement and analysis of evapotranspiration and surface conductance of a wheat canopy. *Hydrol. Proc.* 16: 2173-2187.
- Stewart, R. & Lawford, R. (Eds.) 2011. The 1999-2005 Canadian prairies drought: science, impacts, and lessons. DRI - Drought Research Initiative, Manitoba.
- UNESCO 1979. Map of the world distribution of arid regions. MAB Technical Notes 7, UNESCO, Paris.

Quadro 1 - Caracterização dos valores anuais dos recursos hídricos renováveis (RHR) de quatro países.

País	Precipitação		Afluência (escoamento+água subterrânea)		RHR		<i>per capita</i> (m ³)
	(m ³ x10 ⁶)	(mm)	(m ³ x10 ⁶)	(m ³ x10 ⁶)	(m ³ x10 ⁶)	(mm)	
Alemanha	307 000	900	117 000	75 000	188 000	550	2 285
Canadá	4 930 000	500	2 740 000	51 500	2 791 500	280	83 931
China	6 172 800	650	2 840 500	21 400	2 861 900	300	2 140
Portugal	82 164	900	38 593	35 000	73 593	800	6 893

Fonte: OECD, 2008.

Quadro 2 - Caracterização anual (a) e sazonal (s) (120 dias) de regiões climáticas associadas a condições de déficit hídrico, em quatro países. (*P*-precipitação; *ETp*-evapotranspiração potencial; *AI*-índice de aridez; *PDA*-período deficitário de água).

País/região climática	P (a) (mm)	ETp (a) (mm)	AI	PDA	P (s) (mm)	ETp (s) (mm)
Alemanha/Região Norte	600	500	1,20	mai-ago	150-300	250
Canadá/Pradarias Centrais	500	500	1,00	mai-ago	180-300	300
China/Planície do Norte	500	1 000	0,50	fev-mai	50-100	350
Portugal/Região Sul	600	1 200	0,50	jun-set	50-100	650

Fontes: Pereira et al., 1998; Santos et al., 2002; Shen et al., 2002; Rosário, 2004; Stewart & Lawford, 2011; IOW, 2013; Riediger et al., 2014.

Quadro 3 - Previsões sazonais (s) para a rega de um talhão (50 m²), durante os meses mais secos (120 dias), em regiões climáticas de quatro países.

País/região climática	Necessidade de água (ETp-P) (s) (mm)	Necessidade de captação/disponibilidade (m ³)
Alemanha/Região Norte	100 (250-150)	5
Canadá/Pradarias Centrais	120 (300-180)	6
China/Planície do Norte	300 (350-50)	15
Portugal/Região Sul	600 (650-50)	30

Efeitos de diferentes tipos de cobertura de solo no cultivo de pimentão

Paulo Fortes Neto¹, Elizabeth Duarte², Nara Perondi Fortes¹, Artur Saraiva², Raquel Costa² & Eliana Silva¹

¹ Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade de Taubaté, Rua 4 de março, 432, Centro, Taubaté-SP, Brasil, Cep: 12020-270, paulo.fortes@unitau.com.br

² LEAF – Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa – Portugal, eduarte@isa.ulisboa.pt

Resumo

Avaliou-se o efeito de diferentes tipos de cobertura do solo sobre as características dos frutos do pimentão (*Capsicum annuum* L. cv. Yolo Wonder) e incidência de plantas infestantes num ensaio de campo nas instalações do Departamento de Ciências Agrárias (UNITAU), em Taubaté-SP, a 23°02'34"S e 45°31'02"W, com altitude média de 577 m, em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico de textura média. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com cinco repetições e quatro tratamentos: 1-cobertura de casca de arroz (CCA), 2-filme de polietileno preto (PE), 3-filme de bioplástico preto (ABF) e 4-solo sem cobertura(SC). Os tratamentos foram distribuídos em canteiros, com 1,2 m de largura, 0,3 m de altura e 10 m de comprimento. A irrigação por gotejamento foi colocada sobre a superfície dos canteiros, com (gotejadores distanciados 0,4 m, caudal de 1,67 L.h⁻¹, pressão de serviço de 1,6 kPa). A colheita ocorreu aos 90 dias após a plantação, e foram avaliados o comprimento, número e pesos dos frutos. As espécies de plantas infestantes foram avaliadas em cinco amostras de 0,25 m² obtidas aleatoriamente por parcela. As coberturas apresentaram um efeito significativo para o comprimento, número e peso dos frutos, tendo o PE e o ABF obtido melhores resultados em comparação com o CCA e SC. Nas coberturas com PE e ABF o comprimento dos frutos foi superior a 12 cm, o número de frutos excedeu os 10 por planta e o peso dos frutos superior a 1 kg por planta. O PE e ABF reduziram em média a infestação das plantas daninhas em 75,4% quando comparado com o SC. Pode-se concluir que o ABF apresentou a mesma eficiência do PE quanto à produtividade da cultura do pimentão e a redução das plantas infestantes.

Palavra-chave: *Capsicum annuum* L., bioplástico, plantas infestantes, polietileno, horticultura, produtividade.

Abstract

Effects of different types of soil cover on pepper.

The effect of different types of soil cover on the characteristics of sweet pepper (*Capsicum annuum* L. Yolo Wonder) and incidence of weeds¹ was in a field trial at the facilities of the Department of Agrarian Sciences (UNITAU), Taubaté -SP at 23°02'34 "S and 45°31'02" W, with an average elevation of 577 m in a medium-textured dystrophic Yellow Red Latosol. The experimental design was a randomized block with five replicates and four treatments: 1-coat of rice husk (CCA), 2-black polyethylene film (PE), 3-black bioplastic film (ABF) and 4-soil without cover (SC), with five replicates. The treatments were distributed in four beds with 1,2 m wide, 0,3 m high and 10 m long. Drip irrigation was placed on the surface of the beds, with a pipe line (dripping distance 0.4 m, flow rate with measured flow rate of 1.67 L.h⁻¹, a service pressure of 1,6

kPa). Harvesting occurred 90 days after planting the seedlings and the length, number and weight of the fruits were determined. The weed plants in the plot were evaluated in five samples of 0,25 m² randomly obtained per plot. The coverings had a significant effect on fruit length, number and weight, with PE and ABF obtained better results, compared to the CCA and SC. In the coverings with PE and ABF the fruit length was above 12 cm, the number of fruits exceeded the 10 fruits per plant and the weight of the fruits was superior to 1 kg per plant. PE and ABF reduced weed infestation by 75,4% on average when compared to SC. It can be concluded that the ABF presented the same efficiency of the PE as regards the productivity of the pepper crop and in the reduction of weeds.

Keywords: *Capsicum annuum* L., bioplastic, weed plant, polyethylene, horticulture, productivity.

Introdução

No desenvolvimento dos frutos e hortaliças, a presença de erva daninha, é um dos fatores responsáveis pela redução da produtividade, pois elas compõem por raios solares, nutrientes e água. O controle predominante das ervas daninhas nos sistemas de produção de hortaliças é realizado via a aplicação de herbicidas, porém esta técnica vem sendo questionada devido ao aumento no custo de produção e da exigência do consumidor em adquirir alimentos saudáveis. Assim, a cobertura do solo com restos vegetais e filme de polietileno é uma prática que vem sendo adotada no controle das plantas daninhas, pois a diminuição da infestação ocorre porque a cobertura cria uma barreira física que reduz a interceptação dos raios solares (McGraw e Mostes, 2007; Minuto et al., 2008). Além disso, proporciona outros benefícios tais como: manutenção da matéria orgânica no solo, redução da erosão, diminui a lixiviação de nutrientes e reduz a perda de água no solo (Silva et al., 2009). Tradicionalmente a cobertura mais utilizada é o filme de polietileno e materiais de origem vegetal como raspa de madeira, palha de carnaúba, casca de arroz e palha de milho (Queiroga et al., 2002; Teófilo, et al., 2012). Vários autores constataram que a cobertura do solo com filme de polietileno, tem levado ao incremento em crescimento e produtividade de frutos e hortaliças, no número e peso médio de frutos, nos teores de sólidos solúveis, maior precocidade de colheita e aumento da massa seca dos frutos (Medeiros et al., 2007; Yuri et al., 2012). Em relação ao uso de cobertura vegetal os estudos têm constatado que o aumento na produtividade das hortaliças e frutos estão relacionados ao sombreamento do solo, a diminuição da perda de água por evaporação e a liberação de substâncias químicas pela decomposição da palhada inibem a germinação das plantas daninhas (Queiroga et al., 2002; Coelho et al., 2013). Já a utilização de filme biodegradável na cobertura do solo vem se intensificando em países como Portugal, Espanha e Itália, e os resultados têm demonstrado que o uso de bioplástico na cobertura do solo tem aumentado a produtividade das culturas com valores similares aos observados com o polietileno, porém com a vantagem de se decomporem no solo igual aos restos vegetais utilizados como cobertura do solo (Minuto et al., 2008; Martín-Closas et al., 2008; Carvalho et al., 2012; Saraíva, et al., 2012; Kasirajan e Ngouajio, 2012).

No Brasil são raros ou inexistentes trabalhos realizados com bioplástico como cobertura de solo, sendo assim o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes tipos de cobertura do solo sobre as características de frutos do pimentão (*Capsicum annuum* L. cv. Yolo Wonder) e incidência de plantas daninhas.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em uma área situada no Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté – UNITAU –, localizada no município de Taubaté, SP, com coordenadas geográficas 23°02'34"S e 45°31'02"W e com altitude média de 577m. O clima local, de acordo com a classificação de Köpen (1948) é do tipo Cwa (Sub-tropical), com chuvas de verão e com uma precipitação média anual de 1.300 mm. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico de textura média (Embrapa, 1999) e com a seguinte composição química: pH (H₂O) = 5,8; MO = 21 g.dm⁻³; P = 30 mg.dm⁻³; K = 3,5 mmol_c.dm⁻³; Ca = 30 mmol_c.dm⁻³; Mg = 14 mmol_c.dm⁻³; H + Al = 18 mmol_c.dm⁻³; SB = 47,5 mmol_c.dm⁻³; T = 65,5 mmol_c.dm⁻³ e V = 73%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco blocos e quatro tratamentos: 1-com cobertura com casca de arroz (CCA); 2-com cobertura plástica de polietileno (PE), 3-com cobertura de bioplástico (ABF) de amido de milho e 4-sem cobertura (SC). O preparo do solo constou da confecção de canteiros (1,2 m de largura, 0,3 m de altura e 10 m de comprimento), espaçados de 2,0 m entre linhas, sendo em seguida, realizada a instalação do sistema de irrigação por gotejamento sobre a superfície dos canteiros com linha de tubo gotejador com vazão aferida de 1,67 L.h⁻¹ e pressão de serviço de 1,6 kPa e com emissores a cada 40 cm. Depois foi realizada a colocação da palha de arroz (4 cm de espessura) e dos filmes de polietileno (30 µm) e de bioplástico (15 µm) na cor preta.

A calagem e adubação de base correspondeu na aplicação de 0,6 Mg.ha⁻¹ de calcário dolomítico, 40 Mg.ha⁻¹ de vermicomposto (base seca), 40 kg.ha⁻¹ de N, 160 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg.ha⁻¹ de K₂O, incorporado ao solo no momento da construção dos canteiros com enxada manual. Após 30 dias foi realizado o plantio das mudas de pimentão da variedade "Yolo Wonder" no espaçamento 1 x 0,6 m. A adubação de N em cobertura foi aplicada na quantidade de 80 kg.ha⁻¹, parcelado em quatro vezes, com intervalos de 15 dias entre as aplicações.

A avaliação do rendimento do pimentão foi realizado aos 90 dias após o plantio das mudas e para medir o número de frutos por plantas, comprimento dos frutos (cm) e massa fresca dos frutos (g.planta⁻¹) as plantas foram coletadas na linha central dos canteiros.

As principais espécies de plantas daninhas presentes nos canteiros foram avaliadas em cinco amostras de 0,25 m² obtidas aleatoriamente aos 30, 60 e 90 dias. As plantas daninhas foram identificadas quanto à família, gênero e espécie (Fey et al, 2013).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e em casos de significância, para comparação das médias, usou-se o teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Rendimento do pimentão

O número de frutos de pimentão colhidos nos canteiros com e sem cobertura está apresentado na Figura 1. Verifica-se, em relação a esta característica, que as coberturas de solo de uma maneira geral influenciaram significativamente o número de frutos, quando comparado com o valor do número de frutos determinado no canteiro sem cobertura. Entre as coberturas o bioplástico foi o que proporcionou o maior número de frutos por planta, seguido depois pelo polietileno e casca de arroz. O número de frutos do canteiro revestido com bioplástico foi superior em 58,3% ao valor obtido no

cultivo sem cobertura, 29,7% ao determinado com a cobertura de casca de arroz e 5,7% ao verificado com a cobertura com polietileno. Já com a cobertura de polietileno a quantidade de frutos superou em 55,7% o verificado no canteiro sem cobertura e em 18,2 % ao valor quantificado no canteiro com cobertura de casca de arroz. E no canteiro com cobertura de casca de arroz a quantidade de frutos foi superior em 45,8% ao número determinado no solo sem cobertura. A superioridade das coberturas no número de frutos por planta em relação ao solo sem cobertura demonstra a influência positiva das coberturas sobre a conservação da umidade no solo e na inibição do crescimento de plantas infestantes, proporcionando desta maneira, condições mais favoráveis para o desenvolvimento dos frutos (McGraw e Mostes, 2007; Coelho et al., 2013).

O comprimento dos frutos de pimentão foi influenciado significativamente pelas coberturas quando comparado com o solo sem cobertura (Figura 1). A maior média foi observada no canteiro com bioplástico, embora não tenha diferido significativamente dos canteiros com coberturas com polietileno e casca de arroz. Os valores do comprimento dos frutos oscilaram de 9,7 cm no canteiro sem cobertura para 12,2 cm no canteiro com cobertura de bioplástico, isto corresponde a um aumento de 20,5% no comprimento dos frutos de pimentão.

A massa dos frutos foi afetada significativamente pelos tipos de coberturas onde foi possível verificar uma certa superioridade das coberturas de bioplástico, polietileno e casca de arroz em relação ao solo sem cobertura (Figura 1). A produção de massa dos frutos nas coberturas com bioplástico e polietileno foi 63,4% superior à massa determinada no solo sem cobertura e 34,6% na casca de arroz. Este resultado pode ser explicado pelo maior número e comprimento de frutos por plantas observados nos cultivos com bioplástico e polietileno, pois estas coberturas proporcionaram uma menor competição com as plantas infestantes e por serem impermeáveis reduziram as perdas de água no solo, proporcionando uma condição mais favorável para o desenvolvimento do pimentão (Queiroga et al. 2002; Silva et al., 2009; Yuri et al., 2012).

Identificação de plantas infestantes

O número de plantas infestantes determinados no solo dos canteiros sem cobertura e com coberturas, cultivados com pimentão foram de uma maneira geral controlados significativamente pelo tipo de cobertura (Figura 2). Percebe-se que o controle das plantas infestantes foi eficiente no solo com coberturas de polietileno e bioplástico, quando comparados com o solo sem cobertura e com casca de arroz. Comparando-se os números de plantas daninhas determinados no solo sem cobertura e com coberturas de polietileno e bioplástico nota-se que o polietileno e o bioplástico reduziram a infestação das plantas infestantes em 75,4%. Ao analisar a eficiência do controle da cobertura do solo com polietileno e bioplástico com a cobertura com a casca de arroz, verifica-se que a redução foi de 30,6% no controle das plantas infestantes durante o ciclo do pimentão. As plantas infestantes foram separadas em monocotiledôneas e dicotiledôneas e foi constatado um predomínio das monocotiledôneas em relação as dicotiledôneas em todos os tratamentos (Figura 2). Pode-se verificar que as coberturas de polietileno e bioplástico controlaram em 100% a infestação de dicotiledôneas e também foram mais eficientes no controle das monocotiledôneas quando comparados com o solo sem cobertura e com cobertura de casca de arroz. As espécies predominantes entre as monocotiledôneas foram o capim pé-de-galinha (*Eleusine indica* L) e a tiririca (*Cyperus rotundus* L), porém nas coberturas com plástico e bioplástico quem prevaleceu foi a tiririca (*Cyperus rotundus*

L) que devido a sua morfologia e posição das folhas conseguiram perfurar a cobertura de polietileno e bioplástico.

Analisando a Figura 2 observa-se que em relação ao solo sem cobertura o polietileno e o bioplástico reduziram a infestação das monocotiledôneas em cerca de 63,8% e com a cobertura de casca de arroz o controle foi de 40,7%. Durante o desenvolvimento das culturas foi constatado que a tiririca (*Cyperus rotundus* L) e o capim pé-de-galinha (*Eleusine indica* L) foram as espécies predominantes entre as monocotiledôneas e entre as dicotiledôneas as espécies que prevaleceram foram o caruru (*Amaranthus hybridis* L), beldoeira (*Portulaca oleracea* L) e capim carrapicho (*Cenchrus echinatus* L). De uma maneira geral ficou constatado que as coberturas dos canteiros com casca de arroz, polietileno e bioplástico foram eficientes no controle das plantas infestantes, isto ficou evidente porque estes materiais impedem a incidência da radiação solar que é necessária para a germinação das sementes e desenvolvimentos das plântulas de plantas infestantes (McGraw e Mostes, 2007; Minuto et al., 2008; Coelho et al., 2013).

Conclusões

Diante dos resultados pode-se concluir que a produtividade do pimentão e a eficiência no controle das plantas infestantes obtidos com a cobertura de solo com filme de bioplástico foi similar a verificada na cobertura com filme de polietileno. A utilização do filme de polietileno e bioplástico proporcionaram um aumento médio de 55% no número de frutos e uma maior produtividade de pimentão quando comparado com o solo sem cobertura. Em relação ao comprimento dos frutos não foi observada diferenças significativas entre as coberturas de polietileno, bioplástico e casca de arroz. As coberturas de polietileno e bioplástico reduziram em média as plantas infestantes em 75,4% quando comparado com o solo sem cobertura e 30,6% com cobertura de casca de arroz.

Agradecimentos

À Fundação AGRISUS - Agricultura Sustentável, pelo apoio e financiamento para a realização do Projeto Agrisus: 1351/14 e empresa SILVEX pela doação do bioplástico.

Referências

- Carvalho, L., Oliveira, M. & Duarte, E. 2012. A cultura outonal do morangueiro em plástico biodegradável: resultados do primeiro ano de monitorização no âmbito do projeto "AGROBIOFILM". Actas Portuguesas de Horticultura 20:85-93.
- Coelho, M.E.H., Freitas, F.C.L., Cunha, J.L.X.L., Silva, K.S., Grangeiro, L.C. & Oliveira, J.B. 2013. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. Planta Daninha 31:369-378.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 412p.
- Fey, R., Schulz, D.G., João A. L., Dransk, J.A.L., Duarte Júnior, J.B., Malavasi, M.M. & Malavasi, U.C. 2013. Identificação e interferência de plantas daninhas em pinhão-mansão. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 17:955-961.

- Kasirajan, S. & Ngoujio, M. 2012. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 32:501-529.
- Köppen, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de latierra*. Cidade do México: Fondo de Cultura Econômica, 479.
- Martín-Closas, L., Bach, M. A. & Pelacho, A. M. 2008. Biodegradable mulching in an organic tomato production system. *Acta Horticulturae* 767: 267-274.
- McCraw, D. & Motes, J. 2007. Use of plastic Mulch and Row covers in vegetable production-Fact Sheets. Oklahoma Cooperative Extension
- Medeiros, J. F.; Santos, S. C. L, Câmara, M. J. T. & NEGREIROS, M. Z. 2007. Produção de melão Cantaloupe influenciado por coberturas do solo, agrotêxtil e lâminas de irrigação. *Horticultura Brasileira* 25:538-543.
- Minuto, G., Pisi, L., Tinivella, F., Bruzzone, C., Guerrini, S. & Versari, M. 2008. Weed control with biodegradable mulch in vegetable crops. *Acta Horticulturae* 801: 291-298.
- Queiroga, R.C.F., Nogueira I.C.C., Bezzera Neto, F., Moura, A.R.B. & Pedrosa, J.F. 2002. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo do pimentão. *Horticultura Brasileira* 20: 416-41.
- Saraiva, A., Costa, R., Carvalho, L. & Duarte, E. 2012. The use of biodegradable mulch films in muskmelon crop production. *Basic Research Journal of Agriculture Science and Review* 14:88-95.
- Silva, A. C. da, Hirata, E. K. & Monquero, P. A. 2009. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44:22-28.
- Yuri, J.E., Resende, G.M., Costa, N.D. & MOTA, J.H. 2012. Cultivo de morangueiro sob diferentes tipos de mulching. *Horticultura Brasileira* 30:424-427.

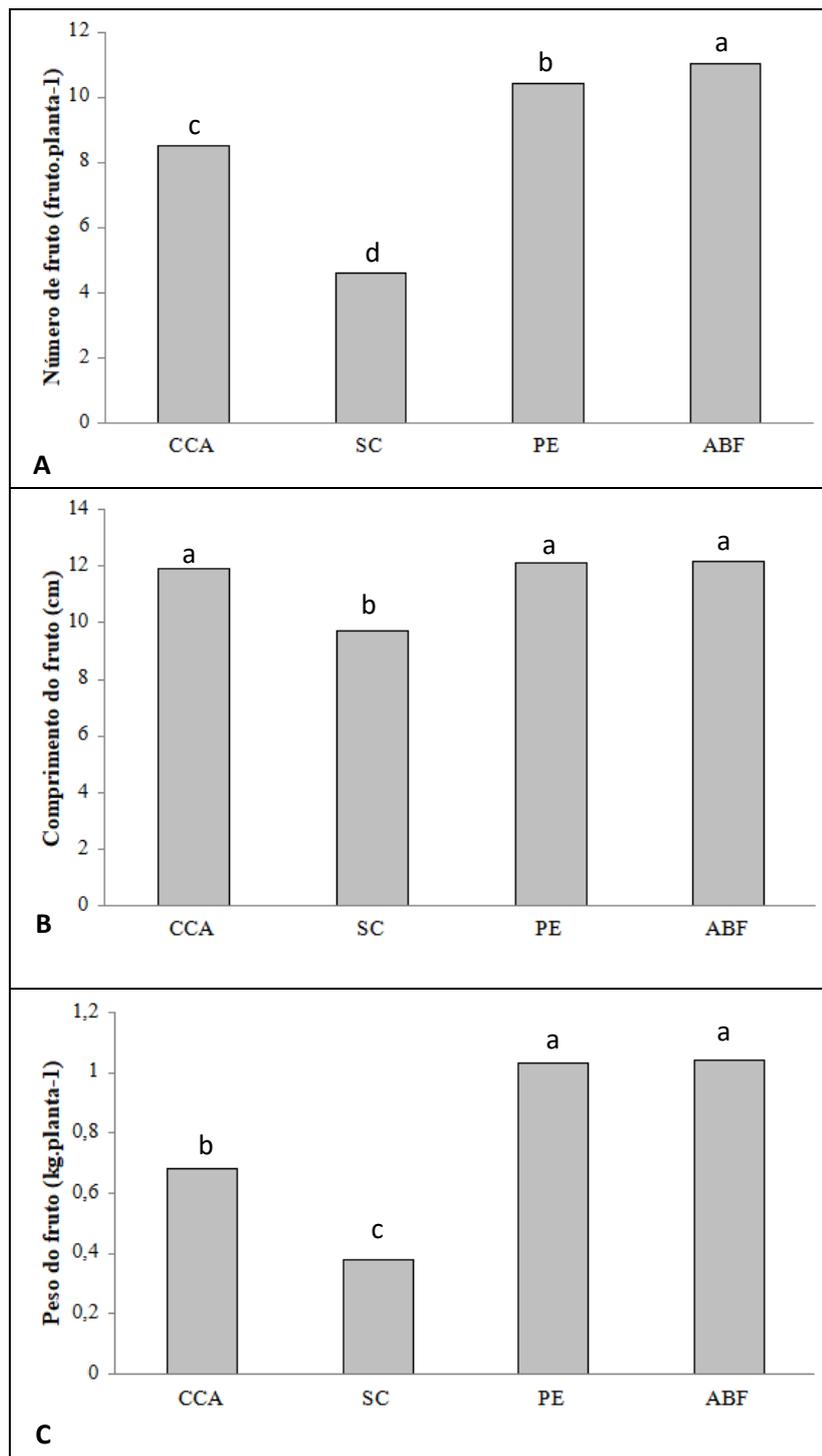


Figura 1 - (A) Número, (B) comprimento e (C) massa dos frutos de pimentão, cultivado com cobertura de casca de arroz (CCA), polietileno (PE), bioplásticos (ABF) e sem cobertura (SC). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

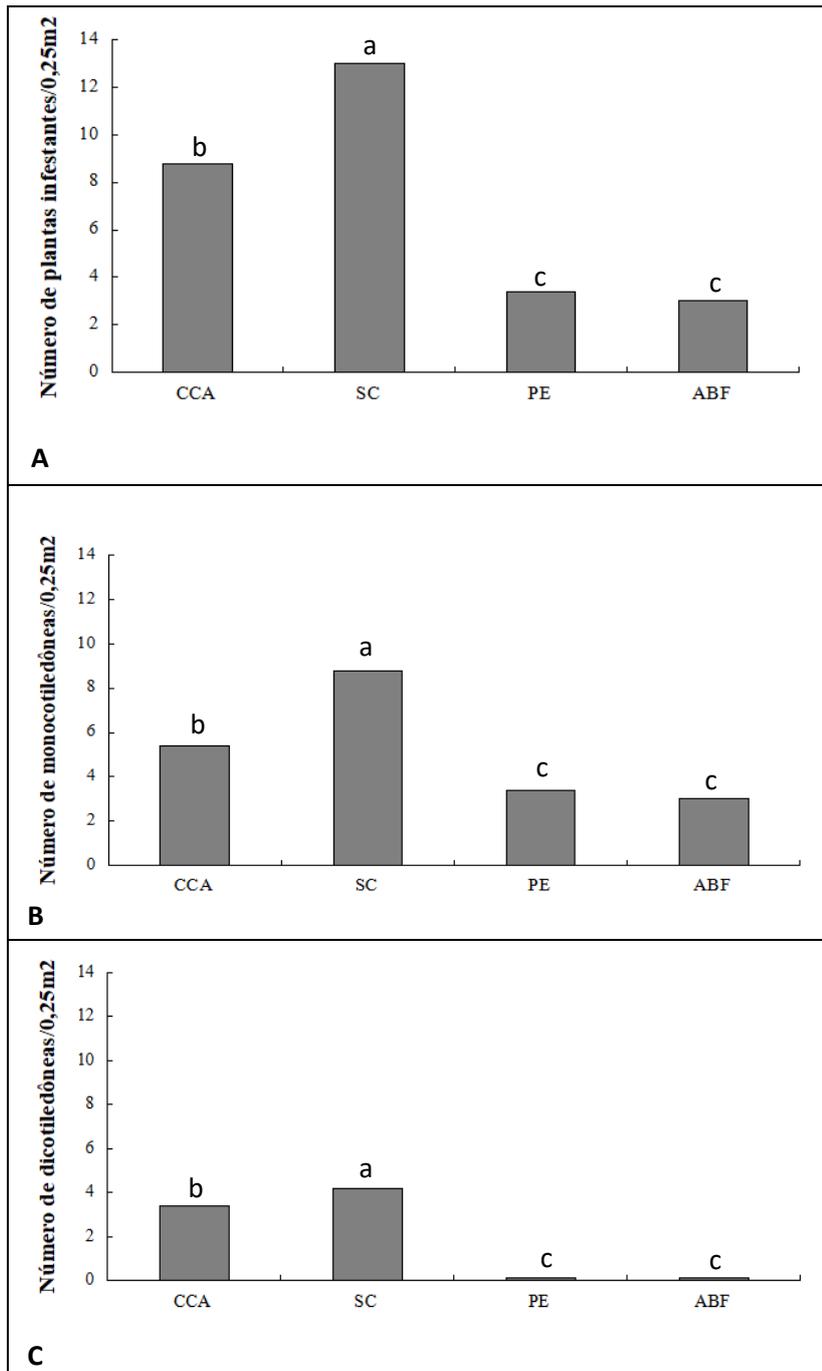


Figura 2 - (A) Número de plantas infestantes, (B) monocotiledôneas e (C) dicotiledôneas nos canteiros de pimentão cultivado com cobertura de casca de arroz (CCA), polietileno (PE), bioplásticos (ABF) e sem cobertura (SC). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Efeito da aplicação de fertilizantes orgânicos ao solo na produtividade de culturas hortícolas no modo de produção biológico

Rui Pinto¹, Luis Miguel Brito², Isabel Mourão² & João Coutinho³

¹EC Vida e Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

E-mail: ruicasaldematos@gmail.com

²Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Ponte de Lima, Portugal

³C Química, DeBA, EC Vida e Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Resumo

Os ensaios de campo são necessários para suportar as recomendações de fertilização em horticultura biológica. Com este objetivo avaliou-se a produtividade das culturas de duas rotações de hortícolas: (i) rotação anual com alface, centeio e ervilhaca para sideração e acelga, com a combinação fatorial de 3 níveis de compostado (0, 20 e 40 t ha⁻¹) e 2 níveis de calcário (0 e 8 t ha⁻¹); (ii) rotação trienal com centeio e ervilhaca para sideração em todos os anos, seguida de batata e alface (1º ano), acelga e nabo (2º ano) e couve penca e cenoura (3º ano); os tratamentos incluíram adubo verde (AV), AV com 20 e 40 t ha⁻¹ de compostado (C20 e C40) e AV com 1 e 2 t ha⁻¹ de adubo orgânico (AO1 e AO2). Na rotação anual, a incorporação de 40 t ha⁻¹ de compostado e 8 t ha⁻¹ de calcário, aumentou 40% a produção de alface e mais que duplicou a da acelga, devido aos efeitos do compostado e do adubo verde, e ao maior efeito da aplicação de calcário na cultura da acelga. Na rotação trienal, a produção da acelga foi mais elevada no tratamento AO2 em comparação com qualquer outro tratamento, mas foi semelhante nos tratamentos AO2 e C40 nas culturas de batata e couve penca. Pelo contrário, a produção da 2ª cultura de cada ano aumentou (entre 56% e 115%) no tratamento C40 em comparação com o AO2. Concluiu-se que a rápida libertação de N do adubo orgânico beneficiou apenas a primeira cultura, ao contrário do compostado que beneficiou também a segunda cultura de cada ano, quando aplicado em doses elevadas com a adubação verde.

Palavras-chave: adubação verde, azoto, calagem, horticultura biológica, matéria orgânica, rotação de culturas.

Abstract

Effect of organic fertilizers application on organic horticultural crop yield.

Field experiments are essential to support organic fertilizer recommendations in organic horticulture. With this aim, two organic horticulture crop rotations were set up to assess crop yield: (i) annual crop rotation with lettuce, followed by a cover crop of rye and vetch for green manure and Swiss chard, with 3 rates of on-farm compost (0, 20 and 40 t ha⁻¹) combined with 2 rates of lime (0 and 8 t ha⁻¹); (ii) 3-year rotation with a cover crop of rye and vetch for green manure every year, followed by potato and lettuce (1st year), Swiss chard and turnip (2nd year) and Portuguese cabbage and carrot (3rd year); treatments included green manure (GM), GM with 20 and 40 t ha⁻¹ on-farm compost (C20 and C40) and GM with 1 and 2 t ha⁻¹ of commercial organic fertilizer

(AO1 and AO2). In the annual rotation, the application of 40 t ha⁻¹ compost and 8 t ha⁻¹ lime, increased 40% lettuce yield and increased more than double Swiss chard yield due to the effects of compost and green manure, and to the increased effect of lime during Swiss chard growing period. In the 3-year rotation, Swiss chard yield increased for AO2 treatment compared to all other treatments, but potato and Portuguese cabbage yields were similar for C40 and AO2 treatments. On the contrary, the second crop yield on each year increased (between 56 and 115%) for C40 in comparison to AO2. From this we may conclude that the fast N release from organic fertilizer increased only the first season crop yield, as opposed to the compost that also increased the second season crop yield on each year, when applied at high doses with green manure.

Keywords: crop rotation, green manuring, organic matter, nitrogen, organic horticulture.

Introdução

Existe uma preocupação crescente para aumentar a produtividade agrícola tendo em consideração a qualidade do solo e da água. Dentro deste contexto a fertilidade do solo é um aspeto fundamental a ter em consideração, sendo a agricultura biológica (AB) através de práticas agrícolas que aumentam o teor de matéria orgânica (MO) e a atividade biológica do solo uma alternativa à agricultura convencional (Conacher & Conacher 1998; Sandhu et al., 2010). A fertilidade do solo em AB beneficia com o uso de rotação de culturas e a aplicação ao solo de compostados e adubos verdes. A rotação de culturas possibilita uma melhor utilização da água e dos nutrientes minerais do solo, um menor risco de incidência de pragas e doenças, um controlo preventivo de infestantes e uma maior diversidade de produtos hortícolas disponíveis (Mourão, 2007). Em AB os compostados e fertilizantes orgânicos são a principal fonte de nutrientes para as culturas, principalmente de azoto (N) pois este elemento depende fundamentalmente da mineralização da MO. Contudo, os compostos têm baixos teores de N e baixas taxas de mineralização, sendo a quantidade de N mineralizada reduzida. Portanto, a aplicação de adubos orgânicos é por vezes recomendada para culturas exigentes devido à elevada disponibilidade de N (Brito et al., 2016). O objetivo da AB também é o aumento dos teores de MO do solo, o que é conseguido através da aplicação ao solo de compostados bem maturados (Bernal et al., 1998c). A sideração tem um menor contributo para o aumento da MO do solo, pois as plantas jovens são rapidamente mineralizadas, mas contribui para aumentar a atividade biológica do solo e disponibilizar N outros nutrientes para as culturas (Kautz et al., 2004).

Várias experiências referem que a produção de culturas hortícolas aumenta com a incorporação de MO (Gent, 2002; Porto et al., 2008). Por exemplo a produção de alface aumentou cerca de 20% com compostado de bovino e guano (Manojlovic et al., 2009) e a produção de batata aumentou 50% com a incorporação de 30 t ha⁻¹ de compostado de bovinos (Balemi, 2012). Normalmente a produção das culturas aumenta imediatamente após a aplicação de compostado. No entanto, em certas circunstâncias, o aumento de produção verifica-se apenas após vários anos de aplicação sucessiva de compostado devido ao facto de o compostado libertar o N lentamente (Bonanomi et al., 2014). A produção da cultura seguinte após a aplicação de adubo verde também é muito variável dependendo da razão C/N e da quantidade de biomassa incorporada no solo (Tonitto et al., 2006; Salmeron et al., 2011). No entanto, a incorporação de adubo verde em anos sucessivos conduz a um aumento de produção da cultura seguinte (Kumar & Goh, 2002; Constantin et al., 2011).

O objetivo deste trabalho consistiu em avaliar o efeito da aplicação ao solo de compostados de dejetos de equinos ou bovinos com palha, fertilizantes orgânicos comerciais e adubos verdes na produtividade das culturas hortícolas no modo de produção biológico, para contribuir para a recomendação da fertilização orgânica de culturas hortícolas.

Materiais e métodos

O solo de ambas as experiências era franco-arenoso, formado com base em granito e rochas afins. As características químicas do solo encontram-se no quadro 1.

Na exploração Casal de Matos (4 ha) situada a 41°, 12' N, a 8°, 20' W e 300 m de altitude, no concelho de Marco de Canaveses foi realizada uma rotação anual constituída por alface (*Lactuca sativa* L. cv. Maravilla de Verano), seguida por uma cultura de cobertura para sideração (adubo verde) constituída por uma consociação de centeio (*Secale cereal*) e ervilhaca vilosa (*Vicia vilosa*) e por uma cultura de acelga (*Beta vulgaris* subsp. *Marítima* L. var. *cicla* cv. Bietola da coste). O delineamento experimental em blocos casualizados com 3 repetições incluiu dois fatores: composto de equinos aplicado às culturas da alface e da acelga (0, 20 e 40 t ha⁻¹) e calcário aplicado à cultura da alface (0 e 8 t ha⁻¹). A alface foi plantada com um compasso de plantação de 33 cm × 33 cm. Após a colheita da cultura da alface, a semente de centeio e ervilhaca foi enterrada à profundidade de 5 cm com um vibrocultor. A densidade de sementeira foi de 120 kg ha⁻¹ de centeio para 60 kg ha⁻¹ de ervilhaca vilosa. O adubo verde foi destroçado 189 dias após a sementeira quando a maior parte da ervilhaca estava em floração. Seguidamente, a acelga foi plantada com um compasso de plantação de 45 cm × 45 cm.

Na exploração do Assento (1 ha) situada a 41° 12' N, 8° 7' W e altitude 466 m, no concelho de Fafe foi realizada uma rotação trienal com uma cultura de cobertura constituída por centeio (*Secale cereal*) consociado com ervilhaca (*Vicia sativa* L.) durante o período de Outono-Inverno, seguida de: (i) no 1º ano, batata (*Solanum tuberosum* L. cv. Desirée) de ciclo longo, e alface (*Lactuca sativa* L. cv. Maravilla de verano.); no 2º ano, acelga (*Beta vulgaris* L. cv. Blonde a card) e nabo (*Brassica rapa* cv. Nabo); e (iii) no 3º ano, couve portuguesa (*Brassica oleracea* var. tronchuda cv. Penca da Póvoa) e cenoura (*Dacus carota* L. cv. Jarana F1). O delineamento experimental foi de blocos casualizados com 4 repetições, e incluiu os seguintes tratamentos aplicados à primeira cultura de cada: (i) adubo verde (AV); (ii e iii) AV com 20 e 40 t ha⁻¹ composto (C20 e C40); (iv e v) AV com 1 e 2 t ha⁻¹ adubo orgânico (AO1 e AO2) e (vi) um tratamento testemunha (T0). O adubo verde foi semeado no 1º, 2º e 3º anos com uma densidade de sementeira de 120 kg ha⁻¹ centeio e 60 kg ha⁻¹ ervilhaca, 100 kg ha⁻¹ centeio e 100 kg ha⁻¹ ervilhaca e 75 kg ha⁻¹ centeio e 150 kg ha⁻¹ ervilhaca, respetivamente. O adubo verde foi destroçado 158, 194 e 189 dias após sementeira no 1º, 2º e 3º ano, respetivamente, quando a maior parte da ervilhaca estava em floração. Após a sideração, no 1º ano a batata foi semeada à distancia de 25 cm entre plantas e 60 cm entre-linhas, no 2º e 3º anos a acelga e a couve portuguesa foram plantadas com uma densidade de 40 × 40 cm. Após a colheita da batata, acelga e couve o solo foi mobilizado com o escarificador. As alfases foram plantadas com uma densidade de 35 × 35 cm e o nabo e a cenoura foram semeados com um semeador manual com a densidade de 30 × 20 cm e 30 × 10 cm, respetivamente.

Em ambas as explorações as pilhas de compostagem foram realizadas no exterior com a dimensão aproximada de 1,8 m de largura por 1,5 m de altura. A

compostagem durou entre 7 a 9 meses com dois revolvimentos aproximadamente aos 2 e 4 meses. Na exploração Casal de Matos (4 ha) a pilha foi constituída por dejetos e urinas de equinos e palha de trigo, sendo executada e revolvida com o auxílio de um trator equipado com uma pá frontal e um distribuidor de estrume. Na exploração do Assento (1 ha) a pilha foi constituída por dejetos e urinas de bovinos em cama de palha de trigo, sendo realizada manualmente com o auxílio de uma forquilha. As pilhas foram cobertas com uma rede de ensombreamento dupla a fim de evitar a acumulação de água da chuva ou secagem da parte exterior da pilha. As características dos compostados incorporados em ambas as explorações encontram-se no quadro 2. Os adubos verdes aplicados ao solo na exploração do Assento no 1º, 2º e 3º ano apresentaram uma relação C/N de 38, 30 e 20, respetivamente. Esta diminuição da razão C/N deve-se ao facto de aumentar a proporção de ervilhaca semeada em relação ao centeio do 1º para o 3º ano. O adubo orgânico comercial certificado para AB, aplicado ao solo na exploração do Assento, é constituído basicamente por estrume de galinhaço e penas e apresenta aproximadamente um pH (H₂O) de 6,8, um valor de condutividade elétrica de 6,5 dS m⁻¹, uma razão C/N de 4,4 e teores de C total e N total de 431 e 99 g kg⁻¹, respetivamente. O adubo orgânico encontrava-se mal maturado pois continha valores do teor de N-NH₄⁺ (entre 5309 e 17557 mg kg⁻¹) muito superiores ao máximo recomendado (400 mg kg⁻¹) por Zucconi e Bertoldi (1987) e valores da razão N-NH₄⁺ / N-NO₃⁻ (entre 39 e 14630) muito superiores a 1, valor estabelecido por Larney e Hao (2007) para compostados bem maturados. Pelo contrário, os compostados encontram-se maturados pois o teor de N-NH₄⁺ (entre 39 e 338 mg kg⁻¹) foi inferior ao máximo recomendado.

Utilizaram-se as normas europeias (CEN, 1999) para a determinação da humidade, pH e condutividade elétrica. O C total foi determinado num analisador elementar após combustão a 950 °C. As amostras de solo foram analisadas quanto aos teores de P e K “assimiláveis” pelo método de Egnér-Riehm. Para conversão de C em MO utilizaram-se as constantes 1,724 (factor Van Bemmelen) para os solos e 1,8 (Diário da República, 2015) para os compostados. No fim do período de crescimento das culturas hortícolas foram colhidas 4 amostras de cada talhão para determinação do peso fresco.

A temperatura média do ar e do solo foi registada com termístores (Delta-T devices). A temperatura do solo foi medida a 10 cm de profundidade e a temperatura do ar a 30 cm de altura por baixo de uma placa refletora. Na exploração Casal de Matos a média das temperaturas diárias durante o período de crescimento da cultura da alface e da acelga variaram entre 9,0 °C e 26,3 °C. O intervalo de temperaturas no solo foi cerca de 4,2 °C mais baixo que a temperatura do ar. Na exploração do Assento a média das temperaturas diárias durante o período de crescimento das culturas hortícolas variaram entre 6,3 °C e 28,1 °C. O intervalo de temperaturas no solo foi cerca de 4,7 °C mais baixo que a temperatura do ar.

A comparação entre os tratamentos realizou-se utilizando o procedimento do programa SPSS v. 17.0 para análise de variância com um fator para a rotação trienal e com dois fatores para a anual. A comparação entre médias realizou-se com base na menor diferença significativa (P < 0,05).

Resultados e discussão

A produção de culturas hortícolas nas rotações anual e trienal aumentaram com a aplicação de doses crescentes de compostado o que está de acordo com outros autores (Manojlovic et al., 2009; Ninh et al., 2014). Durante a rotação anual a produção de

alface (Fig. 1A) aumentou com a aplicação ao solo de 40 t ha⁻¹ de compostado e 8 t ha⁻¹ de calcário em comparação com o tratamento testemunha de 25,6 para 35,8 t ha⁻¹ (40%). A produção da acelga (Fig. 1B) aumentou com a aplicação ao solo de 40 t ha⁻¹ de compostado e 8 t ha⁻¹ de calcário de 11,7 para 25,4 t ha⁻¹ (117%). O aumento superior de produção da acelga em relação à alface deve-se ao efeito acumulado de aplicação dos compostados (Bonanomi et al., 2014), juntamente com a quantidade acrescida de biomassa do adubo verde e simultaneamente ao maior efeito do calcário após o tempo necessário para ocorrerem mudanças nas condições químicas do solo. O efeito do calcário no aumento de produção da alface foi de 15% em relação à média dos tratamentos sem calcário, enquanto o efeito do calcário na produção da acelga foi de 56%. Este resultado está de acordo com Farhoodi et al. (2008) que constataram que a maior produção se verificou no segundo ano após a aplicação de 2 t ha⁻¹ de calcário.

Durante a rotação trienal, a produção da segunda cultura da estação (alface, nabo e cenoura) aumentou com a aplicação de 40 t ha⁻¹ de compostado em relação à aplicação de 2 t ha⁻¹ de fertilizante orgânico porque o efeito residual da fertilização na segunda cultura da rotação foi pouco significativo com a aplicação do adubo orgânico em comparação com o compostado, devido ao elevado teor de N total (99 g kg⁻¹) e baixa razão C/N (4,4) do fertilizante orgânico que permitiram uma rápida libertação de N na cultura anterior (Fig. 2B, D e F). A rápida libertação de N num curto período de tempo foi referida por Antil et al. (2011) em fertilizantes orgânicos com estas características. Pelo contrário, a aplicação do compostado promove a libertação lenta de N ao longo da rotação (Hartl & Erhart, 2005), dando origem a um aumento da produção da 2ª cultura de cada ano (entre 56% e 115%) com a aplicação de compostado em comparação com a aplicação de fertilizante orgânico. A produção da batata (Fig. 2A) foi semelhante com a aplicação de 40 t ha⁻¹ compostado e 2 t ha⁻¹ de adubo orgânico possivelmente porque o longo período de crescimento da batateira (124 dias) permitiu aumentar a disponibilidade de N com a aplicação do compostado. Contudo, a produção da acelga (Fig. 2C) foi superior com a aplicação de 2 t ha⁻¹ adubo orgânico possivelmente porque o curto período de crescimento da acelga (54 dias) não permitiu o aumento da mineralização de N do compostado. Por outro lado, no terceiro ano, a produção da couve portuguesa (Fig. 2E) foi idêntica com a aplicação de 40 t ha⁻¹ de compostado e 2 t ha⁻¹ de adubo orgânico apesar do período de crescimento da acelga (54 dias) ser semelhante ao da couve penca (56 dias), possivelmente porque a aplicação sucessiva de compostado nos anos anteriores aumentou o teor de N orgânico do solo. A produção das culturas hortícolas não aumentou com a aplicação do adubo verde possivelmente devido à elevada razão C/N (38, 30 e 20) que promoveu imobilização de N em vários momentos da rotação, pois normalmente é esperada uma imobilização de N com uma razão C/N superior a 20 (Rosecrance et al., 2000).

Conclusões

A aplicação de 40 t ha⁻¹ de compostado produzido na exploração com estrume de equinos ou bovinos e adubo verde constituído por uma consociação de centeio com ervilhaca é adequada para fertilizar uma rotação de culturas hortícolas. Pelo contrário, o adubo orgânico apenas aumenta a produção da primeira cultura após a aplicação do fertilizante. A aplicação de calcário juntamente com o compostado em solos ácidos tem um enorme impacto na produtividade das culturas hortícolas.

Referências

- Antil, R.S., Bar-Tal, A., Fine P. & Hadas, A. 2011. Predicting nitrogen and carbon mineralization of composted manure and sewage sludge in soil. *Compost Science & Utilization* 19:33-43.
- Balemi, T. 2012. Effect of integrated use of cattle manure and inorganic fertilizers on tuber yield of potato in Ethiopia. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 12:253-261.
- Bernal, M.P., Sánchez-Monedero, M.A., Paredes C. & Roig, A. 1998. Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 69:175-189.
- Bonanomi, G., D'Ascoli, R., Scotti, R., Gaglione, S.A., Caceres, M.G., Sultana, S., Scelza, R., Rao, M.A. & Zoina, A. 2014. Soil quality recovery and crop yield enhancement by combined application of compost and wood vegetables grown under plastic tunnels. *Agriculture Ecosystem and Environment* 192:1-7.
- Brito, L.M., Sampaio, A., Pinto, R., Mourão, I. & Coutinho, J. 2016. Lettuce response to organic and phosphate fertilizers and root mycorrhization. *Journal of Plant Nutrition* 39:842-849.
- Conacher, J. & Conacher, A. 1998. Organic farming and the environment, with particular reference to Australia: a review. *Biological Agriculture & Horticulture* 16:145-171.
- Constantin, J., Beaudoin, N., Laurent, F., Cohan, J., Duyme, F. & Mary, B. 2011. Cumulative effects of catch crops on nitrogen uptake, leaching and net mineralization. *Plant and Soil* 341:137-154.
- Diário da República, 2015. Decreto-Lei nº 103/2015. Diário da República, 1ª série - nº 114 de 15 de junho 3756-3788.
- Farhoodi, A. & Coventry, D.R. 2008. Field crop responses to lime in the mid-north region of South Australia. *Field Crops Research* 108:45-53.
- Gent, M.P.N. 2002. Growth and composition of salad greens as affected by organic compared to nitrate fertilizer and by environment in high tunnels. 2002. *Journal of Plant Nutrition* 25:981-998.
- Hartl, W. & Erhart, E. 2005. Crop nitrogen recovery and soil nitrogen dynamics in a 10-year field experiment with biowaste compost. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168:781-788.
- Kautz, T., Wirth & S., Ellmer F. 2004. Microbial activity in a sandy arable soil is governed by the fertilization regime. *European Journal of Soil Biology* 40:87-94.
- Kumar, K. & Goh, K.M., 2003. Nitrogen release from crop residues and organic amendments as affected by biochemical composition. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 34:2441-2460.
- Larney, F.J. & Hao, X. 2007. A review of composting as a management alternative for beef cattle feedlot manure in southern Alberta Canada. *Bioresource Technology*, 98: 3221-3227.
- Manajlovic, M., Cabilovski, R. & Bavec, M. 2009. Organic materials: sources of nitrogen in the organic production of lettuce. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry* 163-172.
- Mourão, I. M. 2007. Manual de Horticultura no Modo de Produção Biológica. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Portugal.
- Ninh, H.T., Grandy, A.S., Wickings, K. & Snapp, S.S. 2014. Organic amendment effects on potato productivity and quality are related to soil microbial activity. *Plant and Soil* 388:223-236.

- Porto, M.L., Alves, J.D., de Sousa, A.P., Araujo, R.D. & de Arruda, J.A. 2008. Nitrate production and accumulation in lettuce as affected by mineral Nitrogen supply and organic fertilization. *Horticultura Brasileira* 26:227-230.
- Rosecrance, R.C., McCarty, D.R., Shelton, D.R. & Teasdale, J.R. 2000. Denitrification and N mineralization from hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) and rye (*Secale cereal* L.) cover crop monocultures and bicultures. *Plant and Soil* 227:283-290.
- Salmeron, M., Isla, R. & Caverro, J. 2011. Effect of winter cover crop species and planting methods on maize yield and N availability under irrigated Mediterranean conditions. *Field Crop Research* 123:89-99.
- Sandhu, H.S., Wratten, S.D. & Cullen, R. 2010. Organic agriculture and ecosystems services. *Environmental Science & Policy* 13:1-7.
- Tonitto, C., David, M.B. & Drinkwater, L.E. 2006. Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: a meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agricultural Ecosystems & Environment* 112:58-72.
- Zucconi, F. & de Bertoldi, M. 1987. p. 30-50. In: de Bertoldi, M., Ferranti, M.P., L'Hermite, P., Zucconi, F. (eds), *Composts specifications for the production and characterization of composts from municipal solid waste*. Compost and Use, Elsevier Applied Science London.

Quadro 1 - Características químicas (média \pm desvio padrão) do solo na exploração Casal de Matos (rotação anual) e na exploração do Assento (rotação trienal).

MS	pH	CE (dS m ⁻¹)	MO (g kg ⁻¹)	N (g kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg P ₂ O ₅ kg ⁻¹)	K ₂ O (mg K ₂ O kg ⁻¹)
Exploração Casal de Matos						
85	4,8 \pm 0,1	0,64 \pm 0,06	21 \pm 4,3	1,9 \pm 0,2	237 \pm 30	228 \pm 40
Exploração do Assento						
86	4,9 \pm 0,1	0,03 \pm 0,01	49 \pm 2,4	1,9 \pm 0,1	208 \pm 19	215 \pm 19

Quadro 2 - Teor de matéria seca (MS) e características químicas (média \pm desvio padrão) dos compostados incorporados no solo na exploração Casal de Matos (rotação anual) e na exploração do Assento (rotação trienal).

Nutrientes		Exploração Casal de Matos		Exploração do Assento		
		Compostado		Compostado		
		alface	acelga	1º ano	2º ano	3º ano
MS	(%)	31,8	31,4	25,9	23,2	24,7
pH (H ₂ O)		7,8 \pm 0,01	6,8 \pm 0,1	8,0 \pm 0,05	9,1 \pm 0,1	7,9 \pm 0,02
CE	(dS m ⁻¹)	2,4 \pm 0,02	0,77 \pm 0,04	4,3 \pm 0,3	3,6 \pm 0,1	5,2 \pm 0,8
MO	(g kg ⁻¹)	330 \pm 15	528 \pm 19	590 \pm 64	587 \pm 89	564 \pm 66
N	(g kg ⁻¹)	7,2 \pm 1,0	13,5 \pm 1,2	19,7 \pm 0,7	23,1 \pm 2,4	25,4 \pm 1,5
C/N		25 \pm 3,1	22 \pm 2,6	17 \pm 2,4	14 \pm 2,7	12 \pm 1,7
NH ₄ ⁺	(mg kg ⁻¹)	39 \pm 13	67 \pm 5	69 \pm 16	338 \pm 7	81 \pm 3
NO ₃ ⁻	(mg kg ⁻¹)	121 \pm 30	738 \pm 49	134 \pm 38	23 \pm 10	1334 \pm 43

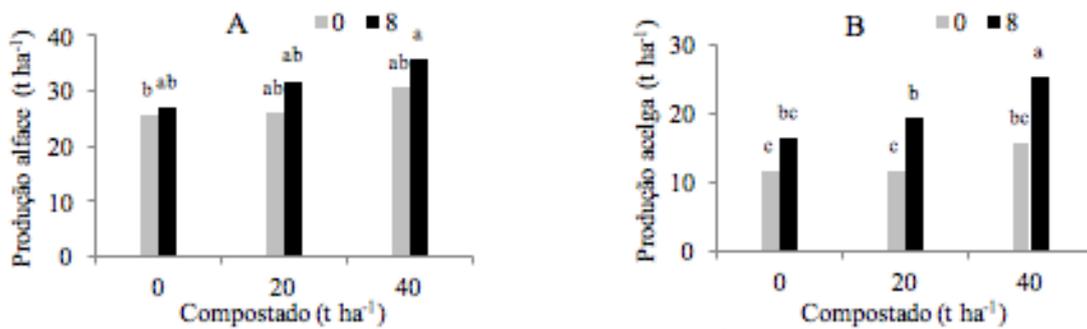


Figura 1 - Produção da alface (A) e da acelga (B) (t ha⁻¹) em resposta à aplicação ao solo de calcário (0 e 8 t ha⁻¹) e de composto de estrume de equino (0, 20 e 40 t ha⁻¹).

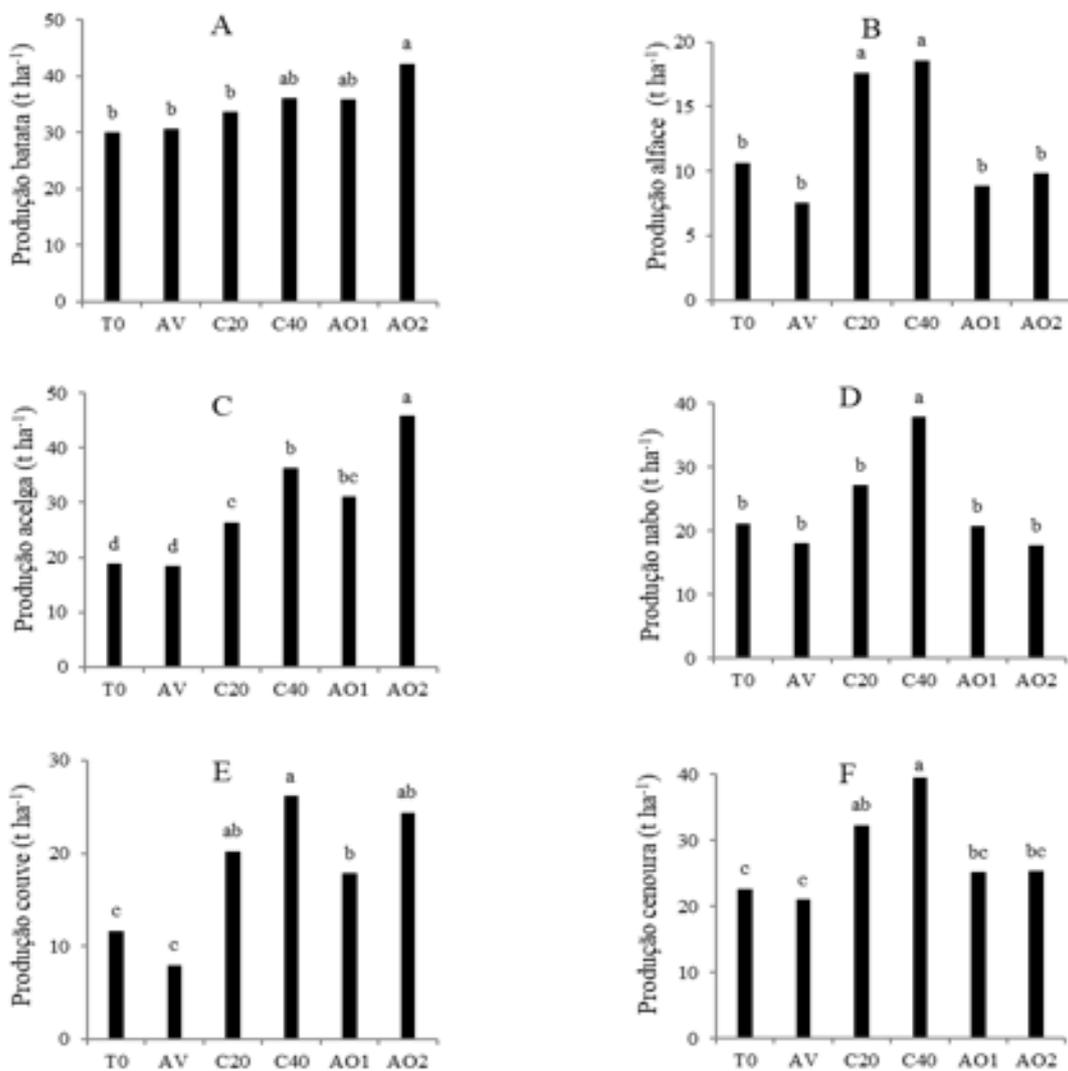


Figura 2 - Produção da batata (A) e da alface (B) (1ºano), acelga (C) e nabo (D) (2º ano) e couve portuguesa (E) e cenoura (F) (3º ano) em resposta à aplicação de adubo verde (AV), AV e composto nas doses de 20 e 40 t ha⁻¹ (C20 e C40) e AV e adubo orgânico nas doses de 1 e 2 t ha⁻¹ (AO1 e AO2). T0 representa a produção no tratamento testemunha sem qualquer fertilizante.

Adesão e resistência a práticas de agricultura biológica entre agricultores familiares: reflexões a partir de uma abordagem com grupos focais

Cristina Parente¹, Mafalda Gomes², Cristina Amaro da Costa^{3,4}, Celso Pais⁵, Ana Aguiar⁶, Helena Esteves Correia^{3,4} & Daniela Teixeira Costa^{3,4}

¹ Departamento de Sociologia e Instituto de Sociologia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Via Panorâmica Edgar Cardoso, 4150-564 Porto, cparente@letras.up.pt

² Associação A3S, CIAp - Centro Incentivar a Partilha da Cruz de Pau, Rua da Cruz de Pau, 153, 4450-103 Matosinhos – Portugal, geral@a-3s.org

³ CI&DETS, Instituto Politécnico de Viseu, Av. Cor. José Maria Vale de Andrade, Campus Politécnico, 3504-510, Viseu, Portugal, ca.amarocosta@gmail.com

⁴ Instituto Politécnico de Viseu, Escola Superior Agrária, Quinta da Alagoa, Estrada de Nelas, Ranhados, 3500-606 Viseu

⁵ Instituto de Sociologia da Universidade do Porto. Via Panorâmica Edgar Cardoso, 4150-564 Porto, celalpais@gmail.com

⁶ GreenUP/CITAB-UP & DGAOT, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua Padre Armando Quintas7, 4485-661 Vila do Conde, aaguiar@fc.up.pt

Resumo

O rápido crescimento e a mediatização pública e política de práticas de agricultura biológica suscitam importantes reflexões do ponto de vista sociológico. O mercado de produção biológica, cujos princípios orientadores assentam em preocupações de sustentabilidade económica, ambiental e social, adquire legitimidade, nomeadamente através da procura dos consumidores que privilegiam, no ato da compra, as condições e meios de produção “amigas do ambiente” e da saúde. Por sua vez, a agricultura familiar, pelas suas características próprias, assume, de forma mais ou menos declarada, os princípios que norteiam a agricultura biológica. No artigo procuramos discutir os primeiros resultados de um projeto de investigação-ação sobre as “Pontes entre a agricultura biológica e a agricultura familiar”. Através de uma metodologia qualitativa exploratória procura-se, com base em análise documental e dinamização de 2 grupos focais: (i) identificar os fatores bloqueadores e facilitadores de adesão a práticas de agricultura biológica; (ii) perceber a existência de processos de resistência à mudança por agricultores familiares. O objetivo fundamental de compreender os constrangimentos e fatores potencialmente facilitadores da adoção das práticas de agricultura sustentáveis, numa lógica de construção futura de recomendações de políticas públicas de carácter local, regional e nacional, aponta para representações ambivalentes. Entre as representações favoráveis destacam-se os benefícios para a saúde e para o ambiente, alguma proximidade entre as práticas tradicionais dos agricultores familiares e os princípios e técnicas da agricultura biológica, a par de algum apoio técnico e alguma vontade política local e nacional. Porém, os graus de escolaridade, dos agricultores, a carência de formação técnica, conduzem-nos a uma prática agrícola imediatista, orientada para a rentabilidade de curto prazo, a que se acresce as dificuldades inerentes a um mercado exíguo e distante, ao preço elevado dos produtos e ausência de canais de escoamento eficazes.

Palavras-chave: modos de produção sustentáveis, resistência à mudança, agricultura familiar, oportunidades, ameaças.

Abstract

Adherence and resistance to organic farming practices among family farmers: reflections from a focus group approach

The rapid growth and the public and political attention to biological agriculture promote relevant reflections from a sociological point of view. The market of biological production, whose principles are based on concerns about economical, environmental and social sustainability, gains legitimacy mainly through consumers who give preference, when shopping for food, to healthy and environmentally friendly conditions and means of production. In addition, home farming, through its own characteristics, takes on board the basic principles of biological agriculture. This article attempts to discuss the first results of an Action Research project about the “Bridges between Biological Agriculture and Home Farming”. The aim is to, through an exploratory qualitative research, based on documental analysis and the work of 2 focus groups: (i) isolate both the facilitating and obstructing factors of practicing biological agriculture; (ii) understand existing processes of resistance to change by home farmers. In order to recommend future public policies, be it at local, regional or national levels, there must be an understanding of both constraints and facilitators of practicing sustainable agriculture, which point at very distinct representations. Amongst the favourable representations it is possible to highlight the health and environmental benefits, some proximity between traditional agricultural practices by home farmers and the principles and techniques of biological agriculture, technical support and some political will both at local and national levels. However, the small amount of years farmers spent at school and the lack of technical knowledge makes this practice of agriculture focused in short-term profitability, adding to the difficulties of a small and distant market, the high cost of the products, and the lack of effective product flowing channels.

Keywords: sustainable production methods, resistance to change, family farming, opportunities, threats.

Introdução

A reflexão que propomos foca o conjunto de fatores que podem ser equacionados como causas promotoras de comportamentos e atitudes de adesão e/ou de resistência a práticas de agricultura biológica.

Esta problematização sobre a adesão e a resistência às práticas de agricultura biológica surge no âmbito de um dos eixos analíticos do projeto “Pontes entre a Agricultura Familiar e a Agricultura Biológica”¹. Um projeto de investigação ação que, através de uma estratégia metodológica mista (Creswell, 2014), procura determinar em que medida as práticas da agricultura familiar se aproximam e se assemelham às utilizadas em agricultura biológica, com o objetivo de, a partir da proximidade entre ambas, promover modos de produção agrícola mais sustentáveis e saudáveis. O projeto, que cruza as áreas disciplinares da agronomia e da sociologia, visa propor um conjunto

¹ Projeto em curso (2017-2018), desenvolvido sob coordenação do Instituto Politécnico de Viseu, em parceria com as Faculdades de Letras e de Ciências da Universidade do Porto e a Associação A3S, e financiado pela Caixa Geral de Depósitos (PROJ/CI&DETS/2016/006/CGD). Para mais informações sobre o projeto consultar o site em <https://agriculturabiografamiliar.wordpress.com/>.

de recomendações acerca de estratégias adequadas à disseminação de práticas de agricultura biológica entre comunidades agrícolas familiares.

O eixo analítico que retemos para este artigo reporta à primeira fase do referido projeto, em que se utilizou uma abordagem qualitativa de cariz exploratório, alicerçada na dinamização de grupos focais, para, entre outros aspetos, identificar causas que favorecem ou, por oposição, limitam a adoção de práticas de agricultura biológica entendidas como fatores propulsores *versus* fatores impeditivos da adesão, a serem trabalhados em termos de recomendações para a ação. Isto é, identificam-se pontos fortes e fracos, bem como oportunidades e ameaças à adoção de modos de produção sustentáveis.

1. Resistência à mudança e práticas de agricultura sustentáveis

Existe hoje um entendimento comum que a adoção de práticas de agricultura sustentáveis permite produzir alimentos e fibras sem comprometer a possibilidade das gerações futuras satisfazerem as suas necessidades. Neste tipo sistemas, procuram atingir-se três grandes objetivos - ambiente saudável, rentabilidade económica e justiça social e económica - através da incorporação de técnicas e tecnologias que procuram promover a saúde do solo, minimizar o uso da água e reduzir os níveis de poluição nas explorações. Para além destas, as práticas utilizadas devem salvaguardar o bem estar do agricultor e dos animais e contribuir para a sustentabilidade das economias locais (Shreck et al., 2006).

A transição para sistemas de agricultura sustentáveis, como a agricultura biológica, é um processo complexo, que associa obstáculos de natureza diversa - técnicos, económicos e sociais - para os quais tem sido dada pouca atenção, em particular aos fatores que propiciam a resistência à mudança ou à sua facilitação.

De entre as maiores dificuldades técnicas referem-se: manutenção e melhoria da fertilidade do solo, seleção e melhoramento de espécies mais resistentes e adequadas ao itinerário em agricultura biológica, incremento da biodiversidade funcional e proteção das culturas, conservação e transformação de produtos biológicos (EIP AGRI, 2013; Forster et al., 2012; Olabisi et al., 2015; Santacoloma, 2007).

Do ponto de vista económico, existem também constrangimentos à adoção da agricultura biológica. Diversos autores referem o acréscimo de trabalho (maior necessidade em mão de obra) devido a algumas etapas do itinerário técnico, como o combate a infestantes ou a compostagem, que pode desincentivar a adoção da agricultura biológica (European Commission, 2013; Guthman, 2004; Inouye & Warner, 2001; Morison et al., 2005; Olabisi et al., 2015). A perda inicial de produtividade e a diferença de produtividade relativamente aos sistemas convencionais constituem outro importante fator de desencorajamento (EIP AGRI, 2013; Shreck et al., 2006).

Por outro lado, os custos com alguns fatores de produção, como as sementes certificadas ou a escolha de cultivares resistentes, ou a necessidade de manter a terra em pousio reduzindo o tempo disponível para o cultivo, limitam, em certas culturas, as margens produtivas ou encarecem os produtos biológicos, dificultando o acesso ao mercado (Shreck et al., 2006). No entanto, alguns estudos demonstram que, nalgumas circunstâncias, as práticas adotadas em agricultura biológica podem reduzir os custos produção, em particular devido à não utilização de fatores de produção externos à exploração (Olabisi et al., 2015).

A prática de preços demasiado baixos no produtor, a inexistência de canais de marketing adequados, a complexidade e custos da certificação e a precaridade da comercialização constituem outro conjunto de fatores que podem inibir a vontade de

aderir a estes sistemas de produção (Assis & Romeiro, 2007; Santacoloma, 2007; Shreck et al., 2006). Verificam-se, também, dificuldades associadas à falta de informação, escassez de apoio técnico e de formação sobre técnicas de agricultura biológica e, bem como à dificuldade de suportar os custos relacionados com a mesma (Assis & Romeiro, 2007; Lampkin, 1990; Olabisi et al., 2015). Por outro lado, existem fatores que podem facilitar a adesão de maior número de agricultores à agricultura biológica, como a promoção de estratégias integrada das políticas de apoio à agricultura, compreendendo as características próprias da agricultura biológica e do tipo e competitividade dos respetivos mercados; implementação de sistemas de certificação eficazes e do apoio necessário aos produtores; facilitação do acesso aos mercados de importação e exportação; estabelecimento de regras de produção e comercialização; apoio à comercialização e transformação; informação aos consumidores e criação de estratégias de marketing para promoção destes produtos e práticas, em particular relativamente aos agricultores com explorações agrícolas de menor dimensão (Rundgren, 2008).

Na discussão sobre os fatores propulsores e inibidores das práticas de agricultura biológica, a agricultura familiar pode ganhar algum destaque, pela sua importância a nível global. Alguns autores, tais como Cordeiro et al. (1996) enumeram razões pelas quais a agricultura familiar possibilita melhores condições de sustentabilidade, focando, em primeiro lugar, a articulação económica entre a exploração familiar e profissionais do sector; em segundo, a percepção da terra enquanto património; o facto de a terra ser simultaneamente um espaço de produção e de consumo, prevendo-se o equilíbrio das colheitas; em terceiro e, por último, o enfoque no desenvolvimento local e comunitário como modelo autogestionário de produção e consumo.

A agricultura familiar, pelas suas características próprias, assume, assim, de forma mais ou menos declarada, alguns dos princípios que norteiam a agricultura biológica: princípio da saúde, da ecologia, da justiça e da precaução (FAO, 2014; IFOAM, 2016). Esta modalidade de agricultura baseia-se em explorações geridas por uma família que depende essencialmente de mão-de-obra familiar (não assalariada) e cujo saber se transmite de geração em geração, tendo um papel fundamental no mundo rural, do ponto de vista económico-social, cultural e ambiental (FAO, 2014). Dos cerca de 570 milhões de explorações agrícolas do mundo, mais de 500 milhões enquadram-se no conceito de agricultura familiar, apresentando uma área inferior a 2 hectares (Lowder et al., 2014). Estima-se que estas explorações contribuem com cerca de 70% dos alimentos consumidos a nível global, e que cerca de 40% das famílias de todo o mundo dependem da exploração familiar para sobreviver (FAO, 2014). Em Portugal, em 2010, 93% das explorações recenseadas correspondiam a explorações familiares, respondiam por cerca de 80% do emprego agrícola (em unidades de trabalho ano, UTA); fruíam perto de 50% da superfície agrícola e florestal e respondiam por quota similar no valor económico da produção agrícola nacional (Cordovil & Rolo, 2014).

Para além dos fatores de resistência à mudança anteriormente mencionados, acrescem questões de cariz social, nomeadamente o facto de estes agricultores constituírem uma população envelhecida – 75% tem mais de 65 anos – e com baixos níveis de formação escolar e profissional – 80% adquiriu o conhecimento através da experiência prática e da transmissão de conhecimentos entre familiares, vizinhos e amigos (FAO, 2014). No entanto, o sucesso de muitas explorações de pequena agricultura e agricultura familiar tem sido conseguido pela adoção de agricultura biológica, assente em princípios como alimentar o solo, otimizar os ciclos de nutrientes através da gestão dos animais e plantas no espaço e tempo ou manter relações de

proximidade com o mercado, de forma a garantir qualidade dos produtos e a assegurar a melhoria dos rendimentos das famílias (Auerbach et al., 2013; Von Dach et al., 2013).

2. Uma abordagem qualitativa exploratória ancorada em grupos focais

Nos últimos anos, a Comissão Europeia tem apostado na dinamização de grupos focais com peritos na área da agricultura, sistematizando casos de boas práticas e de resolução de obstáculos nos diversos subsectores da atividade. Esta preocupação materializa-se na Parceria Europeia de Inovação para a Produtividade e Sustentabilidade Agrícolas - PEI AGRI² e também no Plano de Desenvolvimento Rural 2020 (PDR, 2020), onde se usa o conceito de “grupos focais de divulgação” para designar “grupos específicos de público-alvo [...] com o objetivo de divulgar conceitos e resultados obtidos no decorrer e/ou após a conclusão dos trabalhos do grupo operacional”³.

Seguindo esta orientação, neste projeto, os grupos focais foram usados, no âmbito da abordagem qualitativa (Morgan, 1997), como técnica de recolha de informação numa perspetiva exploratória de auscultação de atores chave acerca dos fatores propulsores ou impeditivos da adesão ao modo de produção biológica. Procurou-se compreender a perspetiva dos participantes (individual e em grupo) acerca dos fenómenos em análise através da partilha das suas experiências, perspetivas, opiniões e significados (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

Com este objetivo principal, os grupos focais foram concebidos enquanto entrevista coletiva de grupo em que participaram informantes privilegiados detentores de conhecimento prático e experiencial sobre a problemática em análise. A sua utilização no momento de arranque do projeto teve também como objetivo a divulgação do mesmo, entre os atores chave, de modo a garantir o seu envolvimento nas diferentes fases da pesquisa de acordo com a estratégia de investigação ação prevista. Esta estratégia pareceu ser a mais adequada para atingir um dos resultados propostos que se consumarão na elaboração de um conjunto de recomendações construídas com e pelos atores do terreno, com vista à implementação de modos de produção agrícola mais sustentáveis e saudáveis por agricultores familiares ou outros pequenos agricultores.

Foram organizados dois grupos focais, um na região Norte e outro na região Centro do país, cada um com 10 participantes. Os participantes foram selecionados de acordo com as suas especificidades e potenciais contributos para a problemática em análise, cumprindo-se os critérios da familiaridade com o tema (Silva et al., 2014) e da homogeneidade desejável de características, no que se refere ao perfil socioeconómico e escolar. Estes são os requisitos conhecidos na literatura como fundamentais para fomentar o diálogo e interação, por um lado, e evitar constrangimentos e conflitos, por outro (Morgan, 1997), criando um ambiente propício à partilha de ideias e troca de opiniões.

Na tabela 1 encontram-se sistematizadas as características sociodemográficas e profissionais dos 20 participantes. A constituição dos grupos foi intencionalmente construída em termos de género, escolaridade e idade. Com uma média etária de 47

² Informação retirada da página online do EIP-AGRI. Agriculture & Innovation. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/>.

³ Informação retirada da página online do Plano de Desenvolvimento Rural 2020. *Orientação técnica específica n.º32/2016. Ação 1.1 – Grupos Operacionais*. <http://www.pdr-2020.pt/site/O-PDR2020/Arquitetura/Area-1-Inovacao-e-Conhecimento/Medida-1-Inovacao/Acao-1.1-Grupos-Operacionais/Acao-1.1-Grupos-Operacionais/Documentos-de-Suporte/Orientacao-Tecnica-Especifican.1-32-2016>.

anos, os informantes exercem atividades profissionais na área da agronomia, manifestaram genericamente um conhecimento aprofundado e experiência sobre a situação e as práticas de agricultura familiar e/ou biológica, sendo ainda alguns deles conhecedores do panorama de incentivos da agricultura biológica em Portugal. Maioritariamente a trabalharem nas regiões do Porto ou Viseu, apresentam pertenças institucionais propositadamente diversificadas com atividades exercidas nos setores privado e público, bem como no ramo associativo do terceiro setor. A maior parte autodenominou-se como engenheiro, grosso modo da área da agronomia e, com menos representatividade, da área de zootecnia. Com menor prevalência, mas assegurando a diferença, estiveram também presentes técnicos agrários e presidentes de juntas de freguesia enquanto representantes do poder político local. Nestes perfis, encontram-se alguns participantes que são potenciais líderes comunitário e /ou agentes de mudança.

Os grupos focais foram promovidos por duas dinamizadoras (facilitadores/moderadores), com auxílio de dois observadores (anotadores) e um guião previamente estruturado com questões abertas que foram progressivamente detalhadas, fazendo-se uso da “técnica do funil” (Gondim, 2002). A opção pelos dois dinamizadores decorre das particularidades de animação exigidas e da especificidade da problemática em discussão. Uma das dinamizadoras garantiu a condução do grupo focal. Socióloga de formação, coube-lhe a tarefa de introduzir o tema e coordenar a participação de todos, bem como garantir que o diálogo seguia os propósitos da reunião, incitando à conversação, evitando a sobreposição de falas, prejudiciais na análise e tratamento da informação (Gondim, 2002). A outra dinamizadora, agrónoma de formação, esteve responsável por todas as questões relativas aos assuntos técnicos. Aos observadores coube a observação direta e posterior registo do encontro.

Para facilitar o tratamento da informação recolhida, ambos foram gravados em registo áudio e vídeo, garantindo-se o consentimento informado dos participantes e assegurando-se o anonimato do discurso (Gondim, 2002) de acordo com os requisitos éticos e deontológicos da investigação.

A animação dos grupos focais fez-se nas duas instituições de ensino superior envolvidas, Instituto Politécnico de Viseu e Universidade do Porto, em salas de aulas com mesas e cadeiras organizadas em U e projeção de slides, e com receção e acolhimento personalizado de cada informante privilegiado. Os grupos focais duraram um pouco mais do que as 2 horas. Foram organizados em 2 partes, divididas por um intervalo em que se serviu um lanche, criando uma ocasião de descontração e interconhecimento entre os participantes e a equipa de investigadores. Na sua dinamização recorreu-se à técnica da chuva de ideias (brainstorming), seguida de uma tomada de posição final que consistiu numa votação. Ou seja, primeiro os participantes foram incitados a identificarem os fatores-cause propulsores e inibidores da adoção da agricultura biológica por agricultores familiares, que foram registados em quadro branco. Finda a discussão, foi pedido que identificassem em dois *post its*, e anonimamente, o fator facilitador e o fator inibidor que considerassem mais relevante.

As informações recolhidas foram alvo de uma análise de conteúdo categorial. As categorias construídas encontram-se em processo de validação, pelo que devem ser entendidas como provisórias.

3. Incentivos e obstáculos à prática de agricultura biológica

A análise dos fatores-cause de comportamentos e atitudes promotoras de adesão e resistência às práticas de agricultura biológica foi extraída dos dois grupos focais a partir da discussão sobre os fatores facilitadores e inibidores à sua adoção.

Os participantes referiram sete fatores favoráveis e seis fatores inibidores da adoção de práticas de agricultura biológica, que podem ser hierarquizados com base nos resultados da votação dos participantes (fig. 1 e 2).

Em relação aos fatores que poderão promover a adesão a práticas de agricultura biológica, destacou-se o valor económico que pode representar para os agricultores, bem como os benefícios para a saúde dos consumidores. Ou seja, crê-se que a agricultura biológica pode ser rentável quer por via dos procedimentos técnicos adotados, como sejam a rotação de culturas ou a qualidade do solo, quer pela valorização dos produtos no mercado por um consumidor consciente.

A abordagem sobre os benefícios para a saúde e para o ambiente foi uma das causas apontadas como fator propulsor da agricultura biológica, onde surgiram apontamentos sobre a sua qualidade.

“Acho que a agricultura biológica é um caminho nomeadamente, não só ao nível da questão da sustentabilidade do planeta, mas acima de tudo da saúde e dos problemas de saúde que tem aparecido nas últimas décadas, nomeadamente relacionados com os problemas oncológicos e etc. Até que ponto não terá muito a ver com aquilo que se tem vindo a fazer? Se estamos a fazer o quê está certo ou se o caminho já devia de ter sido trilhado com mais diversidade?” [homem, 45 anos].

Os fatores ambientais e o capital humano exigido por este modo de produção foram apontados como fatores propiciadores das práticas de agricultura biológica pelos agricultores familiares, quer porque se considerar que Portugal beneficia de um clima e qualidade do solo e água favoráveis, quer porque os agricultores familiares dispõem de experiência e de saberes tradicionais próximos das propostas técnicas da agricultura biológica. No mesmo sentido, foi referida uma ligeira e ténue alteração de comportamento dos agricultores familiares na adoção de procedimentos técnicos, em particular no sentido de que já nem todos recorrem à aplicação indiscriminada de pesticidas. Este tipo de representação foi intercalado por outras de cariz inverso quando apontavam para uso excessivo e não regrado dos pesticidas e ao referirem que os agricultores colocam os pesticidas “a olho” ou o “dobro das tampas recomendadas”.

A conjuntura política, bem como a agenda aos níveis local e regional, foram mencionados como fatores propiciadores da prática da agricultura biológica encarada como uma oportunidade de valorização do território. Uma oportunidade quer do ponto de vista económico por via da proximidade ao mercado de consumo de produtos alimentares, quer cultural por via da preservação do património local, para além de que, no momento atual, existem apoios técnicos (ainda que considerados escassos).

“Acho que é preciso um apoio técnico com muito sentido das aplicações técnicas e práticas das questões. Isto é um fator facilitador para implementar. Apoio técnico adequado e especializado que sabe qual é a solução mais acessível.” [mulher, 37 anos]

“Este apoio já existe em alguns sítios mas é preciso reforço” [mulher, 24 anos]

“Há disponibilidade técnica, está disponível mas... Nós devemos trabalhar e aproveitar a onda que é a sensibilização – está aqui um presidente de junta – dos autarcas, dos presidentes de câmara e de junta. Está toda gente neste momento extremamente sensibilizada para isto. Não é preciso estar a sensibiliza-los é só preciso pô-los a fazer isto [...] Andar em cima deles. Acompanhar isto e chamá-los à atenção”. [homem, 55 anos].

De qualquer forma, para um grupo maioritário de participantes, a agricultura biológica foi encarada como uma janela de oportunidade para as suas regiões, ainda que expressassem igualmente algum ceticismo e dúvida quanto à capacidade de mobilizar esta potencialidade, com exceção de 3 participantes que mantiveram sempre um discurso pessimista.

A enunciação dos fatores favoráveis não foi isenta de ambiguidade e incerteza, patentes nos discursos dos participantes, no domínio dos benefícios da agricultura biológica para a alimentação, bem estar e qualidade de vida dos consumidores. Por exemplo, verificou-se que o mesmo fator pode ser encarado como facilitador ou inibidor, como seja o apoio técnico existente (fig. 1 e 2).

O fator inibidor preponderante foi a complexidade das regras e as exigências técnicas da agricultura biológica, assim como as exigências fiscais. A este facto acresceram as dificuldades e os custos do processo de certificação.

“Agilizar o processo de certificação, facilitar porque é um bocado complexo. Havia de haver uma forma de ser rápido porque é difícil. Falta apoio técnico.” [mulher, 40 anos]

Considerou-se igualmente um obstáculo as dificuldades de comercialização destes produtos por várias ordens de razões: i) dificuldade do escoamento dos produtos biológicos por falta de canais de distribuição adequados, nomeadamente, escasseiam meios de apoio ao transporte das mercadorias; ii) consumidor pouco consciente e informado - pouco preocupado com a qualidade dos produtos alimentares para a sua saúde e bem estar e com a sustentabilidade do meio ambiente, havendo uma escassez de informação ao nível do consumidor; iii) mercado exíguo, estando tendencialmente territorializado nas duas áreas metropolitanas e na região sul do país.

“Quem consome os produtos biológicos é Lisboa, Porto e Algarve. Era importante conseguirmos em termos de transporte levá-los ao Litoral. Aos grandes centros” [homem, 41 anos]

Neste sentido, foi também notório que apesar de referido enquanto fator de adesão à agricultura biológica, o valor económico destes produtos no mercado, caracterizado por um preço genericamente mais elevado, que decorre quer dos custos produtivos que foram sendo enunciados (mão-de-obra intensiva, certificação, custo dos fatores de produção, necessidade de deixar parte da exploração em pousio, etc.) quer dos custos de escoamento dos produtos e da perecibilidade dos mesmos, e que opera como obstáculo à sua compra.

O capital humano foi, por algumas das suas características, um fator de inibição: falta de formação dos produtores e fragilidade dos conhecimentos teóricos e de domínio de práticas de agricultura biológica. Associaram a este obstáculo a insuficiência de apoio técnico, quer em termos da sua oferta considerada pelos participantes como diminuta para as necessidades dos agricultores, quer em termos da qualidade do apoio prestado. No que se refere à formação nesta área, os enunciados remeteram para a sua má qualidade, para além da oferta ser escassa.

“É muito difícil, não há formação, nem entidades que o façam” [mulher, 40 anos]

“A maior parte dos formadores de agricultura biológica são maus. Não sabem o que estão a dizer. Não sabem distinguir um auxiliar de uma praga” [homem, 37 anos]

O facto da agricultura familiar em geral, e da agricultura biológica em particular, ocupar, na maioria das situações, o lugar de atividade complementar, ou seja, dela não derivar o rendimento principal do agregado familiar, fragiliza a sua consolidação e a transição para modos de produção mais exigentes. Adicionalmente, o investimento que os agricultores se dispõem a fazer, não é, normalmente, encarado com a seriedade e rigor de uma atividade gerida profissionalmente e a tempo inteiro.

“Eu conheço muito poucas empresas que são profissionais da agricultura biológica [...] Depois é assim, é sempre um complemento de qualquer coisa. Dos 7 produtores que são de [...] só 1 é que é a atividade dele. Os restantes é uma coisa complementar.” [mulher, 40 anos]

Conclusões

As representações sobre os fatores propulsores ou impeditivos da adesão às práticas de agricultura biológica manifestaram-se, por vezes, antagónicas no sentido em que apesar de se ter considerado que há fortes razões para adoção das mesmas, os obstáculos são manifestos e parecem impor-se com maior intensidade.

As representações mais favoráveis à sua adoção radicam na consciencialização dos seus benefícios para a saúde e para o ambiente, mas também de alguma proximidade entre as práticas tradicionais dos agricultores biológicos e os princípios e técnicas da agricultura biológica, a par de algum apoio técnico. Porém, os graus de escolaridade, genericamente baixos dos agricultores, e a carência de formação técnica nas temáticas essenciais, conduzem-nos a uma prática agrícola imediatista, orientada para a rentabilidade de curto prazo, o que não se compadece com as técnicas da agricultura biológica que exigem uma orientação de longo prazo, com espaços de tempo para alimentar a terra e respeitar os ciclos da natureza. Paralelamente, os agricultores tendem a enfrentar dificuldades de ordem financeira e mesmo fiscal, encontrando nos custos associados aos processos produtivos e de certificação de produtos biológicos um obstáculo. Acrescem as dificuldades inerentes a um mercado exíguo e distante, ao preço elevado dos produtos e ausência de canais de escoamento eficazes. Foi atribuída uma nota positiva ao contexto político nacional e local que é entendido como favorável. Destacou-se o papel do poder local e autárquico, quer na divulgação das vantagens deste modo de produção e disponibilização do correspondente apoio técnico aos agricultores familiares, quer no contributo para a definição de estratégias de marketing orientadas para os consumidores locais responsáveis e para o desenvolvimento económico territorial sustentável.

Referências

- Assis, R.L. & Romeiro, A.R. 2007. O processo de conversão de sistemas de produção de hortaliças convencionais para orgânicos. *Revista da Administração Pública*. Rio de Janeiro 41 (5):863-85.
- Auerbach, R., Rundgren, G. & Scialabba, N. (Ed.). 2013. *Organic agriculture: African experiences in resilience and sustainability*. FAO, Rome.
- Cordeiro, Â., Petersen, P. & Almeida, S. 1996. Crise sócio-ambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira: subsídios à formulação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola. Mimeo, Rio de Janeiro.
- Cordovil, F. & Rolo, J.C 2014. Agricultura Familiar em Portugal. Esboço da sua importância e diversidade no limiar da década de 2010. *Rede, Revista da Rede Rural Nacional*, DGADR, Lisboa 5: 13-21.
- Creswell, J.W. 2014 [1994]. *Research design*. Thousand Oaks: SAGE Publications, edição atualizada e revista.
- EIP AGRI. 2013. Discussion paper EIP-AGRI Focus Group on Organic farming optimising arable yields. https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/fg1_organic_farming_starting_paper_2013_en.pdf.
- European Commission. 2013. Organic versus conventional farming, which performs better financially? An overview of organic field crop and milk production in selected Member States. http://ec.europa.eu/agriculture/rica/pdf/FEB4_Organic_farming_final_web.pdf
- FAO (2014). *Family Farmers. Feeding the world, caring for the earth*. FAO, Rome: 4p.
- Forster, D., Adamtey, N., Messmer, M.M., Pfiffner, L., Baker, B., Huber, B. & Niggli, U. (2012). Organic Agriculture—Driving Innovations in Crop Research. p. 21-46. In:

- G. Bhullar and N. Bhullar (eds.), *Agricultural Sustainability. Progress and Prospects in Crop Research*, 1st Ed., Academic Press.
- Gondim, S. 2002. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. *Paidéia*, 12 (24): 149-161.
- Guthman J. 2004. *Agrarian Dreams: The Paradox of Organic Farming in California*. University of California Press, California.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. 2014 [1991]. *Metodología de la investigación*. 5ª ed. México: McGraw-Hill.
- IFOAM (2016). *Princípios da agricultura biológica*. IFOAM, Bonn: 4p. https://www.ifoam.bio/sites/default/files/poa_portuguese_web.pdf
- Inouye, J. & Warner, K.D. 2001. *Plowing ahead: Working social concerns into the sustainable agriculture movement*. CA-SAWG White Paper. Santa Cruz, California: California Sustainable Agriculture Working Group.
- Lampkin, N. 1990. *Organic farming*. Cambridge, Farming Press.
- Lowder, S., Skoet, J. & Singh, S. 2014. What do we really know about the number and distribution of farms and family farms worldwide? Background paper for The State of Food and Agriculture 2014. ESA Working Paper No. 14-02. Rome, FAO: 1-18.
- Morgan, D. 1997. *Focus groups as qualitative research*. Thousand Oaks, Sage Publications.
- Morison, J., Hine, R. & Pretty, J. 2005. Survey and analysis of labour on organic farms in the UK and republic of Ireland. *International Journal of Agricultural Sustainability* 3(1): 24-43.
- Olabisi, L.S., Wang, R.Q., & Ligmann-Zielinska, A. 2015. Why Don't More Farmers Go Organic? Using A Stakeholder-Informed Exploratory Agent-Based Model to Represent the Dynamics of Farming Practices in the Philippines. *Land* 4: 979-1002.
- PEI-AGRI. Grupos Focais da PEI-AGRI. 2015. https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agrieip/files/eipagri_infographic_focus_groups_2015_portuguese.pdf
- Plano de Desenvolvimento Rural 2020. Orientação técnica específica n.º32/2016. Ação 1.1 – Grupos Operacionais. 2016 <http://www.pdr-2020.pt/site/O-PDR2020/Arquitetura/Area-1-Inovacao-e-Conhecimento/Medida-1-Inovacao/Acao-1.1-Grupos-Operacionais/Acao-1.1-Grupos-Operacionais/Documentos-de-Suporte/Orientacao-Tecnica-Especific-a-n.1-32-2016>
- Rundgren, G., Twarog, S. & Naqvi A. 2008. *Best practices for organic policy what developing country governments can do to promote the organic agriculture sector*. United Nations Conference on Trade and Development. United Nations Environment Programme, New York and Geneva. http://unctad.org/en/Docs/ditcted20073_en.pdf
- Santacoloma, P. 2007. *Organic certification schemes: managerial skills and associated costs*. FAO, Rome. <http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1227e/a1227e00.pdf>
- Shreck, A., Getz, C. & Feenstra, G. 2006. Social sustainability, farm labor, and organic agriculture: Findings from an exploratory analysis. *Agriculture and Human Values* 23: 439–449.
- Silva, I., Velosa, A., Keating, J. 2014. Focus group: Considerações teóricas e metodológicas. *Revista Lusófona de Educação* 26:175-90.
- Von Dach, S.W., Romeo, R., Vita, A., Wurzinger, M. & Kohler, T. (Eds.). 2013. *Mountain farming is family farming: a contribution from mountain areas to the International Year of Family Farming 2014*. FAO, Rome.

Tabela 1 - Caracterização sociodemográfica e profissional dos participantes

	n	%
SEXO		
Masculino	11	55.0
Feminino	9	45.0
IDADE		
25 a 35 anos	1	5.0
36 a 45 anos	8	40.0
46 a 55 anos	7	35.0
Mais de 55 anos	4	20.0
Media etária	47 anos	
NÍVEL DE ESCOLARIDADE		
Até ao 3º ciclo do ensino secundário	2	10.0
Bacharelato	1	5.0
Licenciatura	15	75.0
Mestrado	2	10.0
DISTRITO DO LOCAL DE TRABALHO		
Braga	3	15.0
Bragança	1	5.0
Porto	7	35.0
Viseu	9	45.0
PERTENÇAS INSTITUCIONAIS		
Administração pública <i>Poder local e regional</i>	5	25.0
<i>Ensino e investigação universitária</i>	1	5.0
Associações de desenvolvimento local	6	30.0
Empresas privadas do sector agrícola	8	40.0
PROFISSÃO PRINCIPAL		
Agricultor	1	5.0
Engenheiro	13	65.0
Gestor	1	5.0
Presidente de junta de freguesia	2	10.0
Técnicos agrários	3	15.0
Total	20	100.0

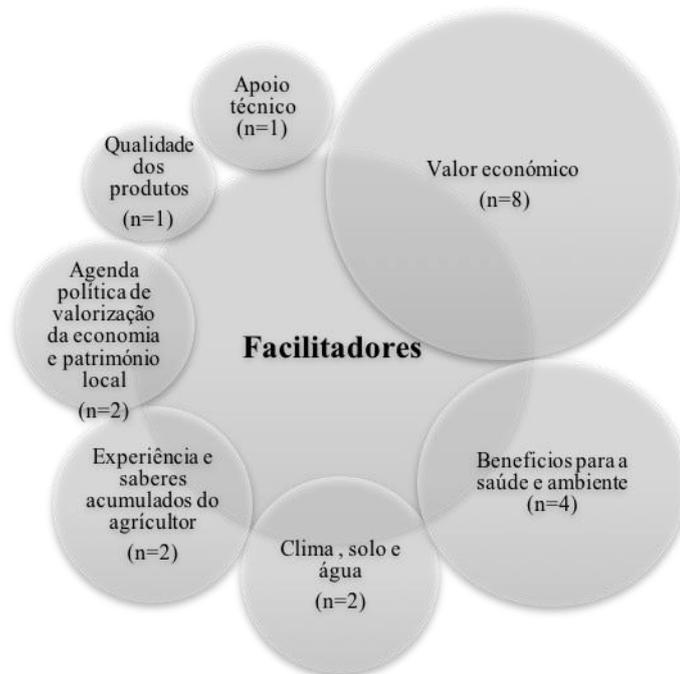


Figura 1 - Fatores facilitadores da adesão a práticas de agricultura biológica

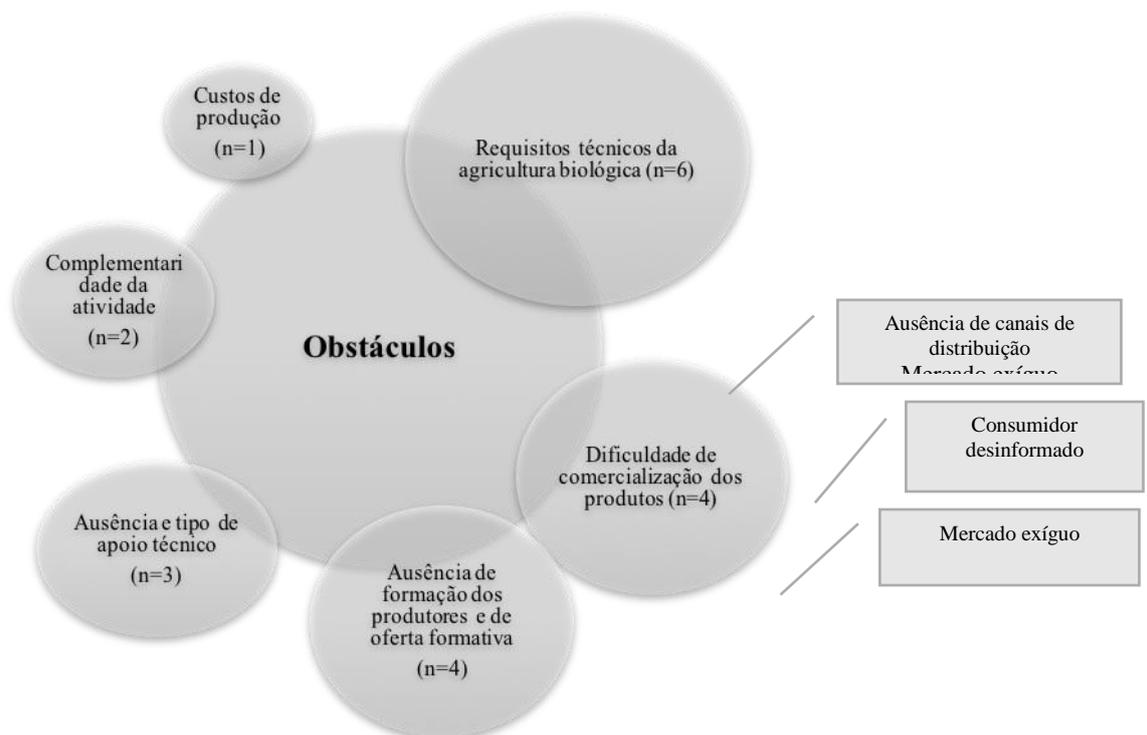


Figura 2 - Fatores inibidores da adesão a práticas de agricultura biológica

Apadrinhamento de árvores de fruto produzidas em modo de produção biológico através da plataforma You Go Bio

Pedro Salvador¹, Luís Miguel Brito², Sofia Gomes³

¹Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima. E-mail: salvadorpedro@gmail.com

²Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima. E-mail: miguelbrito@esa.ipvvc.pt

³Núcleo de investigação do ISAG (NIDISAG), Instituto Superior de Administração e Gestão, Campus de Salazares/Ramalde, R. Salazares 842, 4100-442 Porto. E-mail: sofia.gomes@isag.pt

Resumo

Avaliou-se a predisposição dos consumidores para o apadrinhamento de árvores de fruta produzidas em modo de produção biológico, considerando a atual conjuntura social, demográfica e económica, assim como, tendo presente por um lado a tendência de agravamento da qualidade de vida nas cidades provocado pela concentração de pessoas e atividades, pelo envelhecimento da população e pela escassez de recursos naturais no meio envolvente, e, por outro lado, a cada vez maior consciência para a problemática da alimentação com base em produtos transformados e processados, para além do maior conhecimento que existe sobre os efeitos na saúde humana e no ambiente dos adubos minerais de síntese e pesticidas que são usados na agricultura convencional. O apadrinhamento das árvores de fruta será realizado através de uma plataforma informática, designada por You Go Bio, que contempla o acompanhamento de todo o processo vegetativo das árvores de fruto apadrinhadas e a entrega da fruta colhida em casa dos clientes finais. Através de um inquérito por questionário online realizado a 1.477 indivíduos foi avaliado o potencial de procura que poderá ter esta plataforma. Concluiu-se que existe forte potencial para o lançamento do projeto de apadrinhamento, considerando os resultados apresentados que evidenciam uma apetência do mercado para a proposta de comercialização apresentada.

Palavras chaves: fruta biológica, venda *online*, apadrinhamento à distância.

Abstract

Sponsorship of fruit trees produced in an organic production mode through the platform You Go Bio.

The predisposition of the consumers for the sponsorship of fruit trees produced in an organic production mode was evaluated, taking into account the current social, demographic and economic conjuncture, as well as, bearing in mind, on the one hand, the tendency to worsen the quality of life in cities provoked by the concentration of people and activities, by the aging of the population and the scarcity of natural resources in the surrounding environment, and, on the other hand, increasing awareness of the problem of food based on processed and transformed products, in addition to greater knowledge that exists on the effects on human health and the environment of synthetic mineral fertilizers and pesticides that are used in conventional agriculture. The sponsorship of the fruit trees will be carried out through a computer platform, called You Go Bio, which includes the monitoring of the entire vegetative process of the

patronized fruit trees and the delivery of the fruit harvested at the home of the final customers. Through an online questionnaire survey of 1,477 individuals, the potential for searching for this platform was assessed. It was concluded that there is a strong potential for launching the sponsorship project, considering the presented results that show a market's appetite for the proposed commercialization.

Keywords: organic fruit, online sales, remote sponsorship.

Introdução

Verifica-se atualmente a emergência de um fenómeno de aproximação entre a agricultura e as pessoas que vivem em centros urbanos. Há cada vez mais pessoas que procuram criar o seu espaço de produção numa pequena parcela, recorrendo a árvores de fruto ou outras culturas no caso de se destinarem a espaços reduzidos, tornando-se prática a criação de miniparcelas de produção em varandas e terraços de centros urbanos, onde são produzidas hortícolas, pequenos frutos, entre outros (Freire & Ramos, 2014) (Gonçalves, 2014) (FAO, 2001) (Teixeira, 2016). Esta prática não se enquadra numa perspetiva de poupança ou contenção económica, mas justifica-se essencialmente pelo simbolismo atribuído à produção. A pessoa pode afirmar que a cultura foi produzida por si, garantidamente através de uma forma saudável, anulando qualquer tipo de dúvida de qualidade que os produtos adquiridos no exterior atualmente geram.

O avanço das tecnologias e as mudanças organizacionais estão a transformar a economia, a sociedade e a vida. A expressão “nova economia” reflete esse novo mundo que parece surgir. Esta nova era do sistema económico iniciou-se com a globalização e com ela estão a criar-se novas regras para a produtividade, para o emprego e para o crescimento económico (Carvalho, 2012). A comunidade académica e empresarial começou a tratar o tema do comércio eletrónico, também traduzido por expressões como e-commerce ou e-business (Carvalho, 2012).

Foi assim que surgiu a motivação de desenvolver uma rede de gestão de negócios orientada para a promoção da produção agrícola em modo de produção biológico (MPB), que se designou por rede – You Go Bio. A motivação centra-se na ideia de criar uma rede de padrinhos de produtos biológicos que aproxime os recursos do campo das pessoas da cidade. Os produtos alvo desta rede são árvores de fruta produzidas no modo de produção biológico (MPB).

A aplicação informática em desenvolvimento gera a simplificação do processo de adesão, a operacionalização dos fornecimentos de produtos, o transporte através de redes rápidas de logística, o pagamento online dos produtos apadrinhados e o acompanhamento do estado das culturas através de conteúdos multimédia na plataforma, para além de um sistema de alertas por correio eletrónico que previne os consumidores/padrinhos das diferentes alterações de estado dos seus “afilhados”. Todo o processo de produção/criação é disponibilizado em suporte digital na plataforma, retratando todas as etapas de desenvolvimento vegetal através de fotografias e vídeos disponibilizados na mesma. Portanto, o cliente a qualquer momento poderá aceder a um conjunto de conteúdos didáticos da sua árvore, com a devida informação técnica relativa ao modo de produção biológico.

Os objetivos deste trabalho focaram-se na identificação do potencial de procura para um modelo de negócio deste tipo, no estudo do comportamento do mercado através da aplicação de inquéritos por questionário para estudar o consumo de fruta produzida em MPB, na definição dos critérios para a comercialização online de fruta produzida em MPB, na realização de um plano de negócios para a plataforma online de

comercialização de fruta produzida em MPB e na avaliação da viabilidade de implementação de uma plataforma online de comercialização de fruta produzida em MPB, através do apadrinhamento de árvores de fruto autóctones produzidas na região de Entre Douro e Minho;

Materiais e métodos

Realizou-se um inquérito por questionário online a partir da plataforma do Google Forms. Este inquérito visou conhecer a opinião dos inquiridos sobre o tema em estudo para se perceber a viabilidade do projeto empresarial inerente. Foram realizadas 23 perguntas aos participantes neste inquérito online. Nos 3 primeiros dias de disponibilização do inquérito por questionário foram alcançadas mais de 1.000 respostas, fruto de um trabalho permanente de difusão do inquérito pelas redes sociais, com particular destaque para o Facebook onde foram partilhadas, ao longo daqueles dias, várias informações sobre a evolução da taxa de resposta ao inquérito e sobre a dimensão de partilhas que o mesmo estava a obter. O primeiro post colocado no dia 02/12/2016 foi partilhado por 142 pessoas.

Obtiveram-se 1.477 respostas válidas das quais 874 respostas (59,2% da amostra) foram de mulheres (Figura 1). A idade média dos participantes no inquérito é de 40,6 anos, com mínimo de idade de 18 anos e máximo de idade de 97 anos. Os participantes no inquérito são maioritariamente casados (56%), têm 3 ou mais pessoas no agregado familiar (69%) e cerca de metade não tem crianças em casa (Figura 1). Têm uma licenciatura ou grau de escolaridade superior (75%), são empregados por conta de outrem ou por conta própria (80%), com rendimentos mensais superiores a 1.000 euros (64%) e residentes nos distritos do Porto e Lisboa (54%) (Figura 2).

Resultados e discussão

Verificou-se pela análise de resultados dos inquéritos que o consumo de produtos biológicos depende do género, verificando-se que a maioria dos inquiridos que consomem frequentemente produtos biológicos é do sexo feminino e que esse consumo não depende do estado civil dos mesmos. A percentagem de inquiridos consumidores de produtos biológicos é independente da dimensão do agregado familiar, o qual se repartiu de forma semelhante por três escalões: <3, 3 e >3 pessoas por agregado. O consumo de produtos biológicos não está relacionado de forma evidente com o facto de existirem crianças em casa dos inquiridos e também não se relacionou de forma evidente com o grau de escolaridade dos mesmos. No entanto, existe evidência sobre o efeito das condições de empregabilidade no consumo de produtos biológicos, sendo que os inquiridos que estão empregados por conta própria ou de outrem são os que melhor caracterizam o consumidor tipo destes produtos.

Ao contrário do esperado, não se verificou uma relação evidente entre o nível de rendimentos dos inquiridos e o consumo de produtos biológicos. Apesar disso, foi possível concluir que no distrito de Braga existe evidência do efeito do nível de rendimentos no consumo de produtos biológicos. Foi nos escalões de rendimento entre 600,00 euros e 1.999,00 euros, do distrito de Braga, que se verificou a maior incidência deste efeito dos rendimentos no consumo de produtos biológicos, sobretudo nos consumidores pontuais. A nível nacional, os rendimentos por escalão etário permitiram concluir que, nos escalões etários entre os 48 e 67 anos, se verifica relação entre o rendimento e o consumo de produtos biológicos, sobretudo para níveis de rendimento entre os 1.000,00 e 1.999,00 euros. A idade dos inquiridos não se relaciona com o consumo de produtos biológicos.

A distribuição dos inquiridos por distrito revela que existe um efeito da localização da residência do consumidor no consumo de produtos biológicos, sendo os inquiridos que vivem nos distritos do Porto, Lisboa, Viana do Castelo e Braga, que representam 64,8% do total da amostra de inquiridos, os que mais se destacam no consumo destes produtos. Existe evidência de que os consumidores de produtos biológicos consomem fruta com muita frequência, com destaque para 86,1% dos consumidores frequentes de produtos biológicos que consomem fruta uma ou mais vezes por dia. Há ainda evidência de que os consumidores de produtos biológicos preferem o pequeno comércio para realizar as suas compras, com destaque para os consumidores frequentes cuja dimensão de compras em grandes superfícies é muito reduzida, cerca de 24,5%.

Concluiu-se também que não há diferença sobre o tipo de fruta preferida no consumo de produtos biológicos. Em termos de valor nutritivo e sabor, existe evidência muito significativa de que os consumidores de produtos biológicos preferem a fruta produzida em modo de produção biológico, com destaque para os 58,7% dos inquiridos que respondem nesse sentido. Os consumidores de produtos biológicos estão também dispostos a pagar mais cara a fruta produzida em modo de produção biológico, com 31,3% de todos os inquiridos a admitirem pagar mais 25%, ou seja, um preço final de 2 euros por quilo de fruta. Os gastos mensais em fruta têm efeito sobre o consumo de produtos biológicos. Cerca de 87% dos inquiridos gastam mais de 10 euros por mês em fruta, nomeadamente os consumidores frequentes de produtos biológicos.

Não se verificou um efeito significativo do hábito de fazer compras pela internet, no consumo de produtos biológicos. Verificou-se a disponibilidade dos consumidores para a compra de fruta através de uma plataforma informática online. Aproximadamente 72% dos inquiridos não se opõem a este canal de compra e cerca de metade destes estão disponíveis para o utilizarem para a compra de fruta. Não existe uma relação evidente entre o apadrinhamento de projetos e o consumo de produtos biológicos na amostra de inquiridos. Apesar disso, nota-se uma maior tendência nos consumidores frequentes de produtos biológicos para o apadrinhamento de causas. Existe disponibilidade dos consumidores para pagarem mais na compra de fruta quando realizada através de uma plataforma informática online. Há 76,5% dos inquiridos que não se opõem a este canal de compra e cerca de metade destes estão disponíveis para o utilizarem para a compra de fruta. Foi também evidente o valor atribuído pelos consumidores para a oferta complementar de serviços oferecidos com a compra de fruta através de uma plataforma informática online. Cerca de 83% dos inquiridos valorizam a disponibilização de informação técnica e científica sobre as árvores de fruto e o acesso físico à exploração agrícola (Quadro 1).

Existe relação entre comprar fruta pela plataforma informática e pagar mais cara a fruta com origem biológica, ou seja, existe apetência dos consumidores para pagar mais cara a fruta produzida em MPB e para comprar essa fruta pelo canal virtual proposto. Assinala-se como muito significativo o facto de 71,8% dos inquiridos não rejeitarem este canal de compra e estarem dispostos para pagar mais cara a fruta (Quadro 2). Verifica-se ainda uma forte associação entre a predisposição dos inquiridos para pagar mais cara a fruta produzida em MPB e o modelo de negócios proposto, no qual a compra da fruta é realizada através do apadrinhamento de uma árvore de fruta produzida em modo de produção biológico. Cerca de 76% dos inquiridos dão resposta positiva a esse desafio. Também é muito expressivo o total de inquiridos que está disposto a pagar mais pela fruta produzida em MPB através deste modelo de negócio, estando 59,5% dos inquiridos nessas condições (Quadro 3).

A associação entre a informação disponibilizada pela plataforma juntamente com a disponibilidade de acesso à exploração agrícola e a disposição para pagar mais cara a fruta comprada por via do apadrinhamento de árvores foi também evidente. A importância da informação disponibilizada na plataforma online juntamente com o acesso à exploração agrícola é tal que 82,9% dos inquiridos referiram como importante este atributo. Além disso, 71,2% dos inquiridos estão disponíveis para pagar mais pela fruta comprada via apadrinhamento de árvores de fruta produzida em modo de produção biológico.

A distribuição por género dos interessados no apadrinhamento de árvores de fruto na plataforma informática demonstra que o género não é um fator que tenha influência no apadrinhamento de árvores de fruto. A associação entre o local de residência e o interesse no apadrinhamento de árvores de fruta foi significativa. A distribuição por distrito de residência dos interessados no apadrinhamento de árvores de fruto na plataforma informática demonstra que essa relação é mais evidente nos residentes dos distritos de Porto, Lisboa, Braga e Viana. O distrito de Lisboa, apesar de apresentar uma taxa de respostas negativas considerável, no universo em análise, apresenta uma maior percentagem de respostas afirmativas, o que revela o potencial do apadrinhamento nesta região (Quadro 4). Confirmou-se que o nível de rendimentos afeta a decisão de apadrinhamento. A distribuição por nível de rendimentos dos interessados no apadrinhamento de árvores de fruto na plataforma informática demonstra que 50% das respostas pertencem ao escalão de rendimentos superiores a 1.000 euros. É precisamente neste escalão que o comportamento entre os interessados e os não interessados é mais evidente, sendo a proporção de interessados cerca de 5,5 vezes superior à dos não interessados (Quadro 5).

Conclusões

Com base na análise de resultados apresentada, concluiu-se que a proposta de valor para o modelo de negócios baseado no apadrinhamento de árvores de fruto, produzidas em modo de produção biológico, comercializadas online na plataforma informática You Go Bio, deverá acomodar os seguintes princípios e critérios com vista à sua comercialização futura:

- Ter disponível informação técnica e científica sobre cada cultura frutícola, permitindo ao utilizador um vasto conhecimento sobre o produto que está a apadrinhar e sobre o resultado alimentar da sua opção;
- Ser garantido o acesso ao local da exploração, oferecendo-se assim o contacto físico e pessoal com o pomar, incluindo também acesso para visitas familiares;
- As operações de instalação e manutenção do pomar devem ser garantidas pelos produtores (agricultores certificados em MPB) associados ao projeto, das quais deverá ser dada informação aos padrinhos através da disponibilização de imagens online de cada fase do ciclo vegetativo, assim como de cada operação realizada;
- A colheita deverá ser previamente anunciada e o produto da mesma deverá ser remetido confortavelmente para casa dos utilizadores;
- O preço do quilo de fruta deverá rondar os 2 euros deverá incluir todos os serviços associados ao projeto, nomeadamente as operações no pomar, a entrega em casa e a gestão dos conteúdos na plataforma informática.

Estes são os critérios que deverão constituir a base da oferta inicial do projeto You Go Bio e que resultam do estudo dos fatores mais valorizados pelos consumidores deste mercado potencial.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os inquiridos que participaram neste inquérito por questionário e permitiram recolher importantes informações sobre os hábitos de consumo de fruta e de produtos biológicos.

Referências

- Carvalho, J. C. (2012). Logística e gestão da cadeia de abastecimento. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- FAO, F. A. (2001). URBAN AND PERI-URBAN AGRICULTURE. Rome: FAO.
- Freire, M., & Ramos, I. (12 de 2014). Solo agrícola e agricultura em espaço urbano: dinâmicas. O exemplo de Évora. *Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, pp. 113-134.
- Gonçalves, R. G. (2014). Hortas urbanas. Estudo do caso de Lisboa. Lisboa: UL/ISA.
- Salvador, P. (01 de 12 de 2016). Google Forms. Obtido de Google: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSedYj-08FdRLLD-RGigDGXAMoy1o-Zl0068bxnhi8meSmX1QA/viewform>
- Teixeira, D. M. (2016). Hortas urbanas. O contributo da arquitetura para a integração das hortas urbanas na (re)qualificação da cidade. Coimbra: UC.

Quadro 1. Resultado da análise sobre a importância atribuída pelos inquiridos à disponibilização de informação técnica e científica das espécies cultivadas, bem como para o acesso físico à exploração para visitas familiares (Salvador, 2016).

			22. Seria importante para si, a título gratuito, ter informação on-line sobre o estado da sua árvore, informação técnica e científica da espécie cultivada, para além de acesso à exploração agrícola para uma visita com a sua família?		
			Não	Sim	Total
14. É consumidor de produtos biológicos?	Não.	% within 14. É consumidor de produtos biológicos?	25,6%	74,4%	100,0%
		% of Total	4,9%	14,4%	19,3%
	Sim, pontualmente.	% within 14. É consumidor de produtos biológicos?	18,2%	81,8%	100,0%
		% of Total	9,5%	42,9%	52,5%
	Sim, frequentemente.	% within 14. É consumidor de produtos biológicos?	9,1%	90,9%	100,0%
		% of Total	2,6%	25,7%	28,2%
Total		% within 14. É consumidor de produtos biológicos?	17,1%	82,9%	100,0%
		% of Total	17,1%	82,9%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	34,053 ^a	2	,000
Likelihood Ratio	35,576	2	,000
Linear-by-Linear Association	33,854	1	,000
N of Valid Cases	1477		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 48,63.

Quadro 2. Resultado da análise sobre a relação entre um preço mais caro para a fruta produzida em MPB e a disposição para comprar fruta através de uma plataforma informática (Salvador, 2016).

% of Total

		19. Estaria disposto a comprar fruta através de plataformas on-line?			Total
		Não	Sim	Talvez	
16. Se 1 kg de fruta convencional custasse 1,5 euros no supermercado, estaria disposto a pagar pela mesma fruta produzida em modo biológico...	O mesmo preço	10,6%	7,2%	12,5%	30,3%
	1,75 euros	7,7%	9,0%	11,2%	28,0%
	2,0 euros	7,9%	11,4%	12,0%	31,3%
	2,25 euros	1,2%	2,4%	2,1%	5,6%
	2,5 euros ou mais	,7%	2,0%	2,0%	4,7%
Total		28,2%	32,0%	39,8%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	33,190 ^a	8	,000
Likelihood Ratio	33,987	8	,000
Linear-by-Linear Association	3,974	1	,046
N of Valid Cases	1477		

Quadro 3. Resultado da análise sobre a relação entre um preço mais caro para a fruta produzida em MPB e a disposição para comprar fruta através de um projeto de apadrinhamento de árvores (Salvador, 2016).

% of Total

		21. Se pudesse apadrinhar uma árvore de fruto produzida em modo biológico, cuja fruta seria entregue em sua casa de forma cómoda, estaria disposto a pagar mais do que paga pela fruta convencional num supermercado?			Total
		Não	Sim	Total	
16. Se 1 kg de fruta convencional custasse 1,5 euros no supermercado, estaria disposto a pagar pela mesma fruta produzida em modo biológico...	O mesmo preço	13,3%	17,1%	30,3%	
	1,75 euros	6,3%	21,7%	28,0%	
	2,0 euros	3,3%	28,0%	31,3%	
	2,25 euros	,3%	5,3%	5,6%	
	2,5 euros ou mais	,3%	4,5%	4,7%	
Total		23,5%	76,5%	100,0%	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	171,829 ^a	4	,000
Likelihood Ratio	174,646	4	,000
Linear-by-Linear Association	147,764	1	,000
N of Valid Cases	1477		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 16,45.

Quadro 4. Resultado da análise sobre os interessados na plataforma por distrito de residência (Salvador, 2016).

% of Total		21. Se pudesse apadrinhar uma árvore de fruto produzida em modo biológico, cuja fruta seria entregue em sua casa de forma cómoda, estaria disposto a pagar mais do que paga pela fruta convencional num supermercado? Crosstabulation		
9. Residência (distrito) * 21. Se pudesse apadrinhar uma árvore de fruto produzida em modo biológico, cuja fruta seria entregue em sua casa de forma cómoda, estaria disposto a pagar mais do que paga pela fruta convencional num supermercado? Crosstabulation		Não	Sim	Total
9. Residência (distrito)	Açores	0%	0%	0%
	Aveiro	0%	3%	4%
	Beja	0%	0%	0%
	Braga	3%	10%	12%
	Bragança		1%	1%
	Castelo Branco	0%	0%	0%
	Coimbra	0%	1%	1%
	Évora	0%	0%	1%
	Faro	0%	1%	1%
	Guarda	0%	0%	1%
	Leiria	0%	1%	1%
	Lisboa	6%	16%	22%
	Madeira	0%	1%	1%
	Portalegre	0%	1%	1%
	Porto	7%	25%	32%
	Santarém	1%	0%	1%
	Setúbal	1%	4%	5%
	Viana do Castelo	3%	10%	13%
	Vila Real	0%	1%	1%
	Viseu	1%	1%	1%
Total		23%	77%	100%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	34,274	19	.017
Likelihood Ratio	34,272	19	.017
Linear-by-Linear Association	.410	1	.522
N of Valid Cases	1477		

Quadro 5. Resultado da análise sobre os interessados na plataforma por nível de rendimentos (Salvador, 2016)

% of Total		8. Rendimento mensal (bruto)				Total
		Menos de 600 euros	Entre 600 e 999 euros	Entre 1.000 e 1.999 euros	Acima de 2.000 euros	
21. Se pudesse apadrinhar uma árvore de fruto produzida em modo biológico, cuja fruta seria entregue em sua casa de forma cómoda, estaria disposto a pagar mais do que paga pela fruta convencional num supermercado?	Não	4%	5%	10%	4%	23%
	Sim	10%	16%	28%	22%	77%
Total		15%	21%	38%	26%	100%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	19,724	3	.000
Likelihood Ratio	20,623	3	.000
Linear-by-Linear Association	11,110	1	.001
N of Valid Cases	1477		

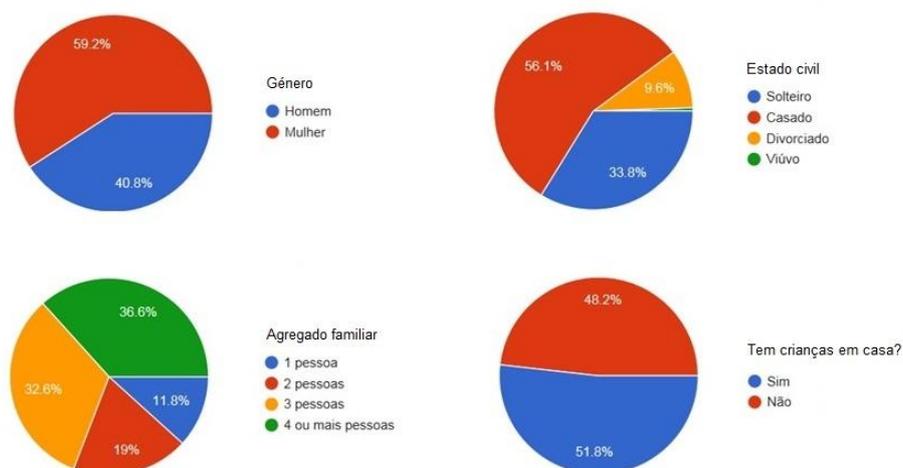


Figura 1. Caracterização da amostra em termos demográficos (Salvador, 2016)

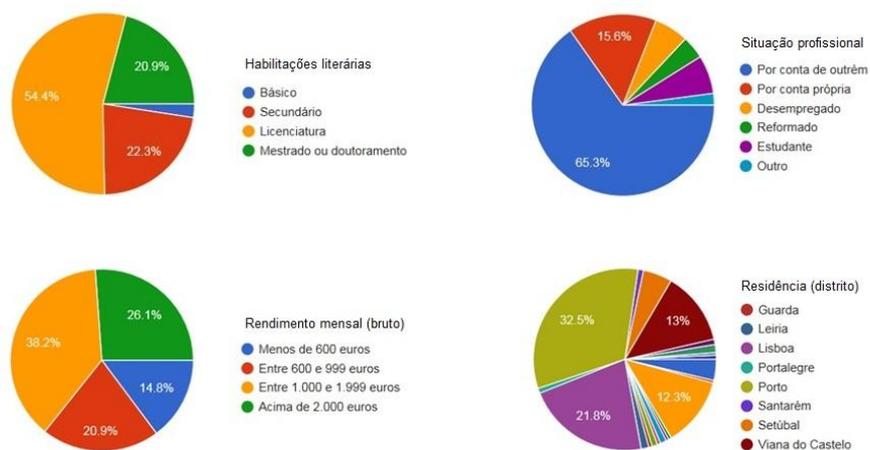


Figura 2. Caracterização da amostra em termos económicos (Salvador, 2016)

Avaliação da produção biológica de *Stevia rebaudiana* para consumo em fresco e seco na região NW de Portugal

Glória Areias dos Santos¹, José Sousa², Isabel Mourão³, Virgílio Peixoto¹, L. Miguel Brito³ & Luísa Moura³

¹Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, lolaareias@gmail.com

²Biodiversus - Agricultura Biológica, Lda., Lugar da Granja, Arcozelo, 4990-233 Ponte de Lima, Portugal, biodiversus@gmail.com

³Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, isabelmourao@esa.ipvc.pt

Resumo

O atual interesse da cultura da estévia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) baseia-se num mercado emergente de produtos adoçantes naturais e a sua produção biológica está relacionada com exigências de mercado e com a necessidade de minimizar o impacto ambiental dos sistemas de produção. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a adaptação da produção biológica de estévia, cv. Criolla, às condições edafo-climáticas da região Noroeste de Portugal, em estufa e ao ar livre, e o comportamento das plantas sujeitas a três colheitas para consumo em fresco e, também, a uma única colheita destinada à secagem das folhas. A diferença entre o peso fresco das hastes (caules e folhas) de 19,4 t ha⁻¹ nas plantas produzidas em estufa e de 14,9 t ha⁻¹ ao ar livre, não foi significativa e o número médio de hastes por planta foi semelhante (média 7,3 planta⁻¹). No entanto, altura das plantas em estufa (52,1 cm planta⁻¹) foi superior, em média, 4,6 cm planta⁻¹, em comparação com as plantas ao ar livre. O peso fresco e peso seco totais, para o conjunto das plantas sujeitas a três cortes e sujeitas a um único corte para secagem, foram semelhantes. O teor de matéria seca (MS) das hastes foi superior nas plantas ao ar livre (20,5%) em comparação com as plantas na estufa (18,8%), mas o teor médio em ácido ascórbico das folhas foi semelhante (média 9,2 mg 100 g⁻¹ MS). O teor de MS das hastes para consumo em fresco (20,2%) foi superior, e o teor médio de ácido ascórbico foi inferior (8,5 mg 100 g⁻¹ MS), em comparação com as plantas para secagem (19,1% e 10,0 mg 100 g⁻¹ MS, respetivamente). A estévia cresceu em boas condições quer em estufa quer ao ar livre, e a opção de comercializar as plantas em fresco ou após secagem dependerá apenas da evolução destes produtos no mercado global.

Palavras-chave: ácido ascórbico, ar livre e estufa, matéria seca, produtividade.

Abstract

Organic production evaluation of *Stevia rebaudiana* for fresh and dry consumption in the NW Portugal.

The current interest in stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) is based on an emerging market for natural sweeteners and its organic production is related to market requirements and the need to minimize the environmental impact of production systems. The present work aims to evaluate the adaptation of the organic production of stevia, cv. Criolla, to the edaphic-climatic conditions of the northwest region of Portugal, in

greenhouse and outdoors, and the effects on plants subjected to three harvests for fresh consumption and also to a single harvest for the leaves dehydration. The difference between the fresh stem and leaves weight of 19.4 t ha⁻¹ in the greenhouse and 14.9 t ha⁻¹ in outdoor plants was not significant and the mean number of stems per plant was similar (mean 7.3 plant⁻¹). However, plant height in the greenhouse (52.1 cm plant⁻¹) was higher, on average 4.6 cm plant⁻¹, compared to the outdoor plants. The total fresh and dry weights for the plants subjected to three harvests and to a single harvest were similar. The leaf dry matter (DM) content was higher in the outdoor plants (20.5%) compared to greenhouse plants (18.8%), but the average ascorbic acid content was similar (mean 9.2 mg 100 g⁻¹ MS). The DM content of leaves for fresh consumption (20.2%) was higher, and the average content of ascorbic acid was lower (8.5 mg 100 g⁻¹ DM), as compared to the leaves for dehydration (19.1% and 10.0 mg 100 g⁻¹ MS, respectively). Stevia has grown in good conditions both in the greenhouse and outdoors, and the choice of marketing the plants in fresh or after drying will depend only on the evolution of these products in the global market.

Keywords: ascorbic acid, outdoor and greenhouse, dry matter, yield.

Introdução

Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni, aqui designada por estévia, pertence à família das Asteráceas e é originária da zona de fronteira entre o Paraguai e o nordeste do Brasil. Os primeiros indícios da existência desta planta remontam à sua utilização pelos Guarani, uma tribo indígena que lhe chamava Kaá-heé (erva doce) (Lewis et al., 1992). É uma planta com uso ancestral como edulcorante e como planta medicinal (Shock, 1982; Gasmalla et al., 2014). O atual interesse da cultura da estévia baseia-se num mercado emergente de produtos adoçantes naturais, relacionado com o número crescente de diabéticos e obesos em todo mundo. Devido à sua composição é também uma matéria-prima adequada para a extração e produção de ingredientes alimentares funcionais, sendo uma boa fonte de hidratos de carbono, proteínas, fibras brutas, vitaminas, minerais, além de aminoácidos essenciais e não essenciais importantes na nutrição humana (Lemus-Mondaca et al., 2012). A estévia pode também ser consumida na forma de folhas frescas ou folhas secas.

As propriedades açucaradas da estévia, com um baixo teor calórico e aceitável para os diabéticos porque não aumenta os níveis de insulina, provêm de glicosídeos de esteviol (diterpenos) que são extraídos da planta de estévia seca. Estes glicosídeos têm inúmeras aplicações na indústria farmacêutica (Bernal et al., 2011) e alimentar (Lemus-Mondaca et al., 2012). São comercializados em diluições ou em pó e têm o código E960. A sua comercialização teve início na União Europeia em 2011 (Regulamento (UE) n° 1131/2011 da Comissão, 11 novembro), quando a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos avaliou a segurança dos glicosídeos de esteviol como adoçante, definindo a dose diária admissível de 4 mg por kg de peso corporal e por dia (expressa como equivalentes de esteviol). Em 2016 esta dose foi mantida considerando o processo de extração que inclui a desidratação das folhas de estévia, purificação preliminar do extrato através de cromatografia de permuta iónica e recristalização dos glicosídeos a partir de metanol ou de etanol aquoso, resultando num produto final que contem pelo menos 95% dos 11 glicosídeos de esteviol (esteviosídeo, rebaudiosídeos A, B, C, D, E, F e M, esteviolbiosídeo, rubusosídeo e dulcosídeo A), em qualquer combinação e proporção (CREU, 2016).

A produção biológica de estévia está associada à crescente exigência dos consumidores em manterem uma alimentação isenta de produtos químicos de síntese e, ainda, devido à necessidade de se implementarem sistemas de produção com menor impacto ambiental (MAFDR, 2017). A agricultura biológica permite preservar os solos, minimizar a contaminação ambiental, aumentar a fauna auxiliar e promover a biodiversidade e, em simultâneo, contribui para uma alimentação saudável, diversificada e com menores riscos para a saúde das pessoas, como é amplamente reconhecido (STOA, 2016).

A temperatura média do ar ideal para o crescimento de estévia referida por Brandle & Rosa (1992) foi de 23°C, enquanto Grassi et al. (2009) situaram a temperatura ótima entre 24°C e 28°C e refiram ainda que a estévia tolera temperaturas até 43°C quando acompanhada de chuva ou de rega. Courelas (2013), em ensaios realizados em Évora descreveu que as plantas apresentaram um melhor crescimento entre 15 e 30°C, com reduzida ou nula atividade vegetativa no período mais frio, com temperaturas médias inferiores a 8°C. Normalmente, a estévia não tolera temperaturas abaixo de 9°C (Singh & Rao, 2005; Grassi et al., 2009). Também na Austrália, Midmore & Rank (2002) referiram que o crescimento vegetativo é muito reduzido quando as temperaturas estão abaixo dos 20°C e a duração do dia inferior a 12 horas. Em condições mediterrânicas, a estévia floresce em agosto e setembro e é imediatamente antes desta fase que as suas folhas apresentam um maior teor em metabolitos secundários como são os glicosídeos de esteviol. A planta tem aproximadamente 1 mês para o desenvolvimento floral e a produção de todas as flores (Yadav et al., 2011). Em Portugal, devido às baixas temperaturas do outono/inverno a estévia praticamente não tem crescimento vegetativo nesta estação. Por ser uma planta de origem tropical, o fotoperíodo longo e a intensidade de radiação solar determinam um maior crescimento vegetativo das plantas e em consequência uma maior produtividade (Yadav et al., 2011). A planta é plurianual e, em condições mediterrânicas, cresce no início da primavera a partir da raiz, podendo estar em produção comercial até cerca de 5-6 anos (Andolfi et al., 2006).

Posteriormente à realização do presente estudo, as folhas de estévia não foram reconhecidas pela União Europeia como produto alimentar e, atualmente, os agricultores não estão autorizados a vender as plantas ou as folhas de estévia frescas ou secas, estando restringida a sua comercialização apenas para extração dos glicosídeos de esteviol e para as suas múltiplas e crescentes utilizações na agroindústria. Este é um assunto bastante controverso, na medida em que, ao contrário da maioria dos edulcorantes que são sintéticos, a estévia é um edulcorante de origem natural e de uso ancestral, não se tratando, portanto, da introdução de um novo produto. Os consumidores deveriam poder ter acesso a esta planta fresca ou desidratada, a par de tantas outras do setor das plantas aromáticas e medicinais. Apesar desta recente restrição, esta espécie tem sido sujeita a estudos de adaptação em diversos países da Europa (Andolfi et al., 2006; Vouillamoz et al., 2016) e em Portugal (Courelas, 2013; Bogosavljevic et al., 2015; Reis et al., 2015). Os objetivos do presente trabalho foram a avaliação da viabilidade da produção biológica de estévia, cv. Criolla, nas condições edafo-climáticas da região Noroeste de Portugal, e a comparação, no ano da plantação, entre a produtividade das plantas sujeitas a três colheitas para consumo em fresco e sujeitas apenas a uma única colheita imediatamente antes da floração, destinada à secagem das folhas.

Material e métodos

O ensaio realizou-se na empresa Biodiversus - Agricultura Biológica Lda., Arcozelo, Ponte de Lima (41°47'37,59" N; 8°34'58,12" O; altitude 50 m). Foi conduzido ao ar livre e numa estufa tipo túnel, com aberturas zenitais e laterais, que permaneceram sempre abertas durante o período em que decorreu o ensaio, para facilitar o arejamento e assim prevenir as doenças causadas por fungos. O solo apresentava uma textura medianamente pesada e elevado teor de matéria orgânica (quadro 1). Durante todo o período experimental, de 28 de Abril a 2 de Setembro de 2015, foram registadas as temperaturas horárias ao ar livre e na estufa. A temperatura do ar foi monitorizada a 50 cm de altura e a temperatura do solo a 10 cm de profundidade, através da colocação de termístores (tipo TM1, Delta-T Devices), ligados a um registador de dados (Delta-T Devices).

Utilizou-se um delineamento experimental de três blocos casualizados e 4 tratamentos resultantes da estrutura fatorial entre dois locais de produção (estufa e ar livre) e dois tipos de colheita: três colheitas escalonadas para as plantas destinadas ao consumo em fresco (F) e a uma única colheita para as plantas destinada à secagem das folhas (S). A plantação realizou-se em Abril, em canteiros de 3 linhas em 'pé de galo', com o compasso 0,5 m na linha e 0,4 m na entrelinha, a que correspondeu um densidade de plantação de 5 plantas m⁻², com 4 plantas da linha do meio, por cada modalidade e repetição.

As plantas de estêvia da cultivar Criolla foram obtidas através de propagação seminal, na empresa Agristevia S.L – Murcia, Espanha (lote JSAS-1501015) e apresentavam na plantação aproximadamente 5 pares de folhas e 10 cm de altura. A mobilização do solo foi realizada com uma cavadeira de 6 enxadas e os camalhões, ao ar livre e na estufa, tinham 1 m de largura e 25 m de comprimento e foram cobertos com plástico preto, para o controlo de plantas infestantes. A fertilização de fundo que antecedeu a plantação em ambos os locais, consistiu na aplicação ao solo de 260 kg ha⁻¹ de Naturgran (5-4-5) e 20 kg ha⁻¹ de Fertigafsa (0-26,5-0). A rega foi conduzida de forma a satisfazer as necessidades da cultura, através de um sistema de rega gota-a-gota, com os gotejadores distanciados 0,30 m entre si e um débito de 4 L h⁻¹. O controlo das infestantes foi realizado manualmente e não se verificaram pragas ou doenças na cultura.

Todas as plantas foram sujeitas a uma poda de formação 44 dias após a plantação (DAP), que consistiu em cortar o meristema terminal da planta (desponta), deixando quatro pares de folhas. Esta operação destinou-se a estimular o aparecimento de hastes secundárias e de folhas e, conseqüentemente, a aumentar a biomassa das plantas. Quando as plantas apresentavam hastes secundárias nesta data, optou-se por cortá-las de modo a uniformizar a altura de todas as plantas.

As colheitas realizaram-se 92, 112 e 127 DAP, para as plantas F e 127 DAP para as plantas S, em quatro plantas por cada repetição. Foram avaliados os parâmetros: altura e número de hastes por planta, o peso fresco e peso seco das hastes cortadas (caules e folhas) e os teores das folhas em matéria seca e em ácido ascórbico. A altura das plantas foi também monitorizada 71 DAP. As colheitas das hastes para consumo em fresco consistiram no corte de duas hastes em cada planta, acima do quarto nó para fomentar o crescimento de novas hastes. A última colheita coincidiu com o início da floração que identifica o fim do ciclo produtivo e cortaram-se todas as hastes deixando as plantas com cerca de 10 cm de altura. Nas plantas destinadas à secagem a colheita da totalidade das hastes foi realizada quando cerca de 10% das plantas estavam em floração, que corresponde a um maior teor de glicosídeos de esteviol nas folhas.

A determinação do peso seco foi efetuada por secagem numa estufa ventilada, num período de 48-72 horas até à estabilização do peso seco, com temperaturas compreendidas entre 61°C e 70°C. O teor de ácido ascórbico foi determinado por HPLC (Jasco), utilizando-se para a fase móvel, H_2SO_4 0,005 mol L^{-1} , isocrático a 0,2 mL min^{-1} a 30°C. Na fase estacionária foi utilizada a coluna C 18, o detetor foi um diodo UV-VIS com o comprimento de onda de 205 nm. A duração do processo foi de 60 minutos, num equipamento com *autosampler*, controlo de temperatura e detetor UV-VIS. A análise de variância dos resultados foi realizada com o *software* aplicativo *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), e utilizou-se a diferença mínima significativa para o nível de probabilidade $p < 0,05$, para comparação entre as médias dos tratamentos.

Resultados e discussão

A temperatura média diária do ar desde a plantação até à última colheita (127 DAP) foi de 20,5°C dentro da estufa e 20,0°C ao ar livre, enquanto a temperatura média do solo foi, respetivamente de 23,8°C e 20,6°C (quadro 2). Apesar de não se terem atingido os valores de temperatura ótima do ar referidos na literatura, entre 23-24°C e 28°C, a temperatura do ar em que decorreu o presente ensaio situou-se no intervalo recomendável para o crescimento de estêvia, entre 5°C e 30°C (Grassi et al., 2009), também observado por Singh & Rao (2005) que referiram o intervalo de 20°C-24°C como sendo o necessário para que ocorra um rápido crescimento da estêvia.

A altura das plantas na poda de formação (44 DAP) foi superior ($p < 0,05$) nas plantas destinadas a consumo em fresco produzidas em estufa em comparação com as mesmas plantas produzidas ao ar livre. Na última colheita (127 DAP), ocorreu um resultado semelhante, e as plantas mais altas foram as plantas sujeitas a uma única colheita para secagem produzidas em estufa, em comparação com as plantas F produzidas ao ar livre (fig. 1a). Apesar da altura média do conjunto das plantas produzidas em estufa (52,1 cm planta^{-1}) ter sido superior ($p < 0,05$) à das plantas produzidas ao ar livre (47,4 cm planta^{-1}) (fig. 1b), não se observaram diferenças significativas no número médio de hastes por planta entre as culturas na estufa e ao ar livre, que foi em média de 7,3 hastes planta^{-1} (fig. 2a). A diferença entre o peso fresco das hastes de 19,4 t ha^{-1} (388,1 g planta^{-1}) nas plantas produzidas em estufa e de 14,9 t ha^{-1} (298,5 g planta^{-1}) nas plantas ao ar livre, não foi significativa (fig. 3b). Na estufa, a temperatura média diária do ar a 50 cm de altura foi semelhante à temperatura registada ao ar livre, mas a temperatura média diária do solo na estufa foi superior em 3,2°C, em comparação com as condições ao ar livre. Aparentemente, as condições ambientais da estufa contribuíram para um aumento da taxa de crescimento vegetativo, apenas a partir de 112 DAP, como indica o peso seco acumulado das hastes cortadas (fig. 3a).

Num estudo sobre o potencial agronómico de 18 génotipos de estêvia na Suíça (compasso de 10 plantas m^{-2}), durante um período de dois anos, a percentagem do peso das folhas em relação ao peso das hastes variou entre 53 e 75% (Vouillamoz et al., 2016), e Andolfi et al. (2006) num estudo de adaptação de dois génotipos de estêvia na região central de Itália (Lat. 43,7°N), com o compasso de 4,5 plantas m^{-2} , referiram valores semelhantes. Considerando a produção de peso seco das hastes (83,7 g planta^{-1} na estufa e 66,1 g planta^{-1} ao ar livre) e a percentagem de 60% do peso das folhas em relação ao peso total das hastes, estimada a partir dos valores médios apresentados por aqueles autores, a produtividade em peso seco de folhas no presente trabalho, foi estimada em 2,5 t ha^{-1} e 2,0 t ha^{-1} , respetivamente para as plantas produzidas em estufa e ao ar livre. Vouillamoz et al. (2016), para as condições da Suíça, referiram que a

produtividade potencial em folhas secas se situava entre 1 a 2 t ha⁻¹ e, em hastes (folhas e caules), entre 2,5 a 3,0 t ha⁻¹. No entanto, no estudo de Andolfi et al. (2006) que decorreu em Itália, num solo franco-limoso, reportaram-se valores superiores de matéria seca de folha, entre 2,4 t ha⁻¹ e 4,0 t ha⁻¹, mais próximos dos valores encontrados no presente estudo, o que se relaciona com condições climáticas semelhantes entre as duas regiões.

O teor de matéria seca média de todas as hastes cortadas foi significativamente superior nas plantas produzidas ao ar livre (20,5%) em comparação com as plantas produzidas na estufa (18,8%) (fig. 4a), mas o teor médio em ácido ascórbico foi semelhante, em média 9,2 mg 100 g⁻¹ MS. Apesar das plantas sujeitas a três colheitas para consumo em fresco terem alcançado uma altura média superior em comparação com as plantas destinadas à secagem (fig. 1b), o peso seco e o peso fresco foi semelhante, em média 312,2 g planta⁻¹ (fig. 3b). O número total médio de hastes foi inferior nas plantas F (7,0 hastes planta⁻¹) em comparação com as plantas S (7,5 hastes planta⁻¹) (fig. 2b). Aparentemente, o estímulo do corte nas plantas terá induzido a um maior crescimento das plantas em altura e a uma menor ramificação.

O teor médio de matéria seca das hastes foi superior nas plantas F (20,2%) em comparação com as S (19,1%) (fig. 4b). Pelo contrário, o teor médio de ácido ascórbico foi inferior nas folhas F (8,5 mg 100 g⁻¹ MS) em comparação com as S (10,0 mg 100 g⁻¹ MS) (fig. 4c). Estes valores de ácido ascórbico foram inferiores aos referidos por Kim et al. (2011). Estes autores relataram que, no grupo das vitaminas hidrossolúveis de extratos de folhas de estévia, produzidas na região centro da Coreia do Sul, depois do ácido fólico (52,18 mg 100 g⁻¹ MS), a vitamina em maior quantidade foi o ácido ascórbico, com 14,97 mg 100 g⁻¹ MS. O ácido ascórbico é o nutriente mais afetado pelo processamento de frutas e vegetais e, por isso, sua retenção é usada frequentemente como indicativo da qualidade nutricional e até mesmo de conservação dos alimentos (Ashoor et al., 1984).

Conclusões

Considerando o ano de plantação da cultura e as condições em que decorreu o presente ensaio, com valores de temperatura do ar próximos do ótimo para a espécie e não se tendo registado diferenças importantes nos valores de temperatura do ar, ao ar livre e na estufa, concluiu-se que a cultura cresceu em boas condições ao ar livre, com produtividades comparáveis a regiões semelhantes e com valores superiores de matéria seca nas folhas, em comparação com as plantas produzidas em estufa.

O sistema de três colheitas escalonadas para consumo em fresco, em comparação com a colheita única para secagem, resultou num menor número de hastes que não se refletiu no peso fresco, e as plantas apresentaram, em média, teores mais elevados de MS nas hastes e menores teores de ácido ascórbico nas folhas. A opção de comercializar as plantas em fresco ou após secagem dependerá apenas da evolução destes produtos no mercado global.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e a Tecnologia e FEDER no âmbito do programa PT2020 pelo apoio financeiro ao CIMO (UID/AGR/00690/2013).

Referências

Andolfi, L., Macchia, M. & Ceccarini, L. 2006. Agronomic productive characteristics of two genotype of *Stevia rebaudiana* in central Italy. *Ital. J. Agron.* 2:257-262.

- Ashoor, S.H., Woodrow, C.M. & Welty, J. 1984. Liquid chromatographic determination of ascorbic acid in foods. *Journal of Int. Assoc. of Official Analytical Chemists* 67:78-80.
- Bernal, J., Mendiola, J., Ibáñez, E. & Cifuentes, A., 2011. Advanced analysis of nutraceuticals. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 55:758-774.
- Bogosavljevic, D., Brito, O., Neto, F., Oliveira, J., Moldão-Martins, M. & Goulão, L.F. 2015. Avaliação agronómica e composicional de *Stevia rebaudiana* em diferentes modos de produção. *Revista da Associação Portuguesa de Horticultura* 117:24-28.
- Brandle, J.E. & Rosa, N. 1992. Heritability for yield, leaf:stem ratio and stevioside content estimated from landrace cultivar of *Stevia rebaudiana*. *Can. J. Plant Sci.* 72:1263-1266.
- Courelas, J.P.C. 2013. Avaliação da adaptação da espécie *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni às condições mediterrânicas. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agronómica, Univ. de Évora, 80 pp.
- CREU. 2016. Commission Regulation (EU) 2016/1814, 13 October - Amending the Annex to Reg. (EU) No 231/2012 laying down specifications for food additives listed in Annexes II and III to Reg. (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council as regards specifications for steviol glycosides (E 960). *Official Journal of the EU*, L 278:37-41.
- Gasmalla, M.A.A., Yang, R. & Hua, X. 2014. *Stevia rebaudiana* Bertoni: An alternative sugar replacer and its application in food industry. *Food Engineering Reviews* 6:150-162.
- Grassi, C., Giunta, R., Mugnai, E. & Pardini, A. 2009. *Stevia rebaudiana*: a potential new sugar crop. ASAT, Associazione Scienze Agrarie Tropicali. *Sci-Tec.* 1, 2 pp.
- Kim, I., Yang, M., Lee, O. & Kang, S. 2011. The antioxidant activity and the bioactive compound content of *Stevia rebaudiana* water extracts. *LWT – Food Science and Technology* 44:1328-1332.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L. & Ah-Hen, K. 2012. *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: a comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry* 132:1121-1132.
- Lewis, W.H., Rawat, A.S., Pharswan, A.S., Nautiyal, M.C. & Kostermans, A.J.G.H. 1992. Notes on economics plants. *Economic Botany* 46:336-340.
- MAFDR. 2017. Estratégia Nacional para a Agricultura Biológica. Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural, 62 pp.
- Midmore, D.J. & Rank, A.H. 2002. A new rural industry – Stevia – to replace imported chemical sweeteners. Rural Industries Research and Development Corporation, Web Publication No W02/022, Project No UCQ-16A, Austrália, 50 pp.
- Reis, M., Coelho, L., Santos, G., Kienle, U. & Beltrão, J. 2015. Yield response of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) to the salinity of irrigation water. *Agricultural Water Management*, 152:217-221.
- Singh, S.D. & Rao G.P. 2005. Stevia: the herbal sugar of 21st Century. *Sugar Tech.*, 7, 17-24.
- Shock C.C. 1982. Experimental Cultivation of Rebaudi's Stevia in California. *Agronomy Progress Report* 122, Univ. of California, Davis, 9 pp.
- STOA. 2016. Human health implications of organic food and organic agriculture. Science and Technology Options Assessment, Scientific Foresight Unit, European Parliamentary Research Service, PE 581.922, 82 pp.

Vouillamoz, JF, Wolfram-Schilling, E, Carron, CA & Baroffio, CA. 2016. Agronomical and phytochemical evaluation of *Stevia rebaudiana* genotypes. 6th Int. Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants, Alemanha, Julius-Kühn-Archiv 453:86-88.

Yadav, A.K., Singh, S., Dhyani, D. & Ahuja, P.S. 2011. A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)]. Canadian Journal of Plant Science 91:1-27.

Quadro 1 - Características do solo onde se instalou a cultura de estévia ao ar livre e na estufa.

Local	Textura	pH (H ₂ O)	MO (%)	P ₂ O ₅ K ₂ O Ca Mg ($\mu\text{g g}^{-1}$)			
				Ar livre	Medianamente	6,1	3,0
Estufa	pesada	6,6	2,4	251	115	2971	299

Quadro 2 - Temperatura média diária do ar (50 cm de altura) e do solo (10 cm de profundidade), ao ar livre e na estufa durante o período experimental, de 28 de Abril a 2 de Setembro de 2015.

	Temperatura na estufa (°C)		Temperatura ao ar livre (°C)	
	Ar	Solo	Ar	Solo
Média	20,5	23,8	20,0	20,6
Máxima	26,3	29,0	25,7	24,0
Mínima	12,9	15,4	12,6	13,3

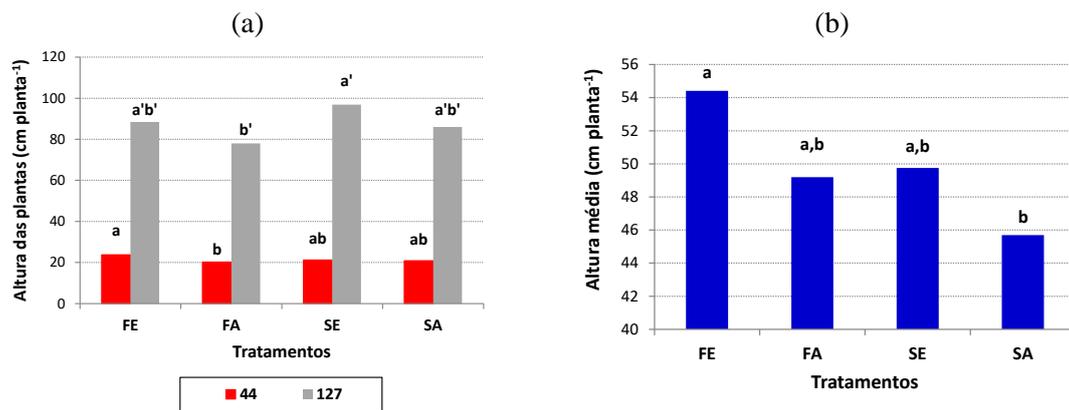


Figura 1 – a) Altura média das plantas de estévia (cm) na poda de formação e na última colheita do ensaio (44 e 127 DAP) e, b) altura média das plantas (cm), para as plantas destinadas a colheitas para consumo em fresco (F) e a uma única colheita para secagem (S), produzidas em estufa (E) e ao ar livre (A). Letras iguais por cima das barras indicam que não existem diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

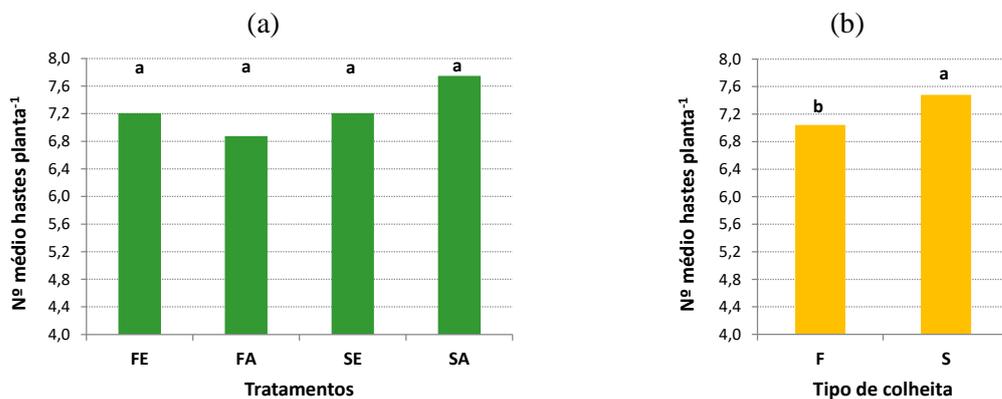


Figure 2 – Número médio de hastes planta⁻¹: a) destinada a colheitas para consumo em fresco (F) ou a uma única colheita para secagem (S), produzidas em estufa (E) e ao ar livre (A); e, b) para a média global das plantas F e S. Letras iguais por cima das barras indicam que não existem diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

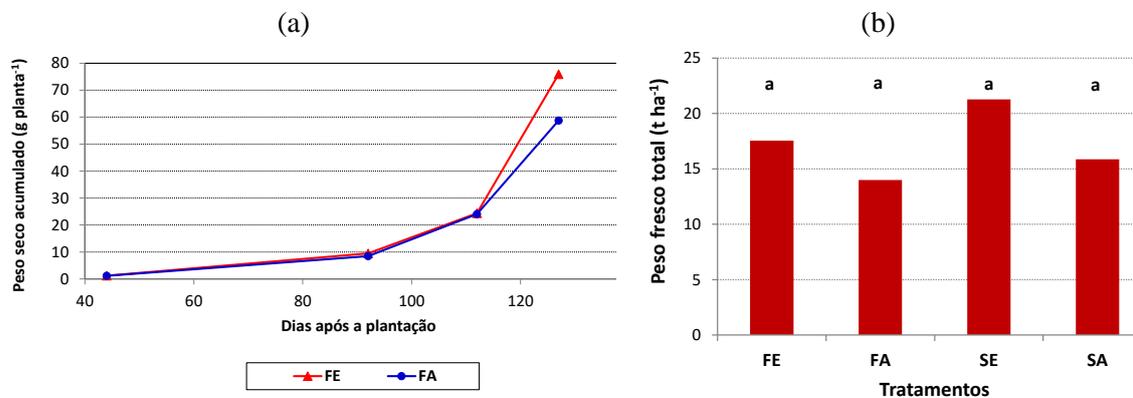


Figura 3 – a) Peso seco acumulado das hastes cortadas (g planta⁻¹) até à última colheita (44 a 127 DAP) nas plantas destinadas a colheitas para consumo em fresco (F), produzidas em estufa (E) e ao ar livre (A); b) peso fresco total das hastes cortadas (t ha⁻¹)

¹⁾ nas plantas (F) e nas plantas com uma única colheita para secagem (S), produzidas em E e A. Letras iguais por cima das barras indicam que não existem diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

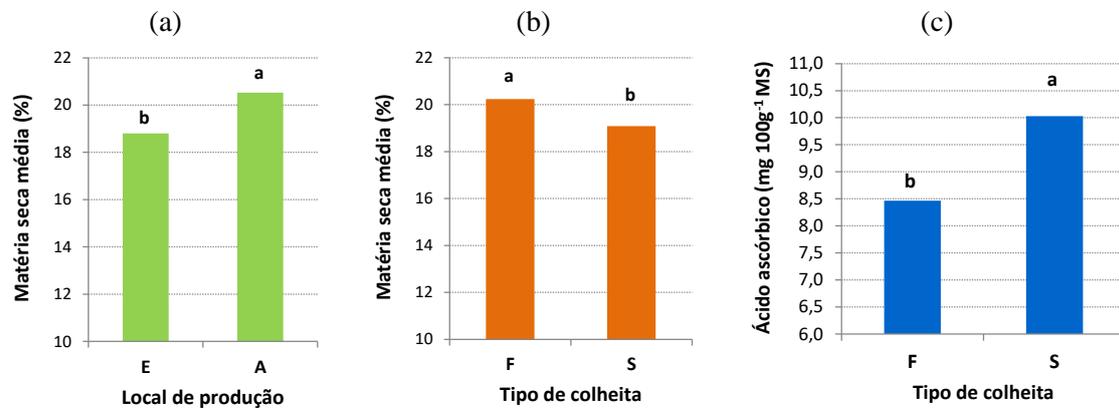


Figure 4 – Matéria seca média das hastes cortadas (%) para a média de todas as plantas: a) produzidas em estufa (E) e ao ar livre (A); e b) destinadas a colheitas para consumo em fresco (F) e a uma única colheita para secagem (S). c) Teor médio em ácido ascórbico das folhas (mg 100 g⁻¹ MS) para as plantas F e S. Letras iguais por cima das barras indicam que não existem diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Extração aquosa do bagaço de uva ‘Merlot’ resultante de vinificação tinta: obtenção de fibras alimentares e compostos fenólicos

Thaisi Barcellos^{1,3}, Carolina Beres², Erika Fraga², Regina Isabel Nogueira², Caroline Melinger-Silva² & Karina Maria Olbrich dos Santos²

¹ Centro Universitario Estadual da Zona Oeste - UEZO, Av. Manuel Caldeira de Alvarenga, 1203, Rio de Janeiro, RJ, 23070-200. Email: thaisibarcelos@ymail.com

² Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29.501, Rio de Janeiro, RJ, 23020-470. Email: carolberes@gmail.com erika.fraga@embrapa.br, caroline.mellinger@embrapa.br, regina.nogueira@embrapa.br, karina.dos-santos@embrapa.br

Resumo

O bagaço de uva proveniente da produção de vinho contém teor elevado de compostos fenólicos de interesse para saúde humana e sua recuperação possibilita a produção de ingredientes funcionais para incorporação em alimentos. Os compostos fenólicos das frutas encontram-se geralmente ligados aos polissacarídeos da parede celular vegetal que, quando recuperados por meio de extração aquosa, geram extratos ricos em fibras solúveis associadas aos polifenóis. Este trabalho teve como objetivo determinar o teor de compostos fenólicos e fibras alimentares e a atividade antioxidante de extratos aquosos do bagaço de uva ‘Merlot’ oriundo da produção de vinho tinto da Região Sul do Brasil. Após secagem (50 °C, 16 horas), o resíduo foi separado em duas frações, casca e sementes com engaços, ambas submetidas à extração aquosa a 85 °C, 3 horas, razão soluto:solvente 1:7, sob agitação. Os extratos líquidos foram filtrados e secos por atomização. Os extratos em pó da casca (EAC) e sementes com engaços (EAS) foram analisados quanto ao teor de compostos fenólicos e antocianinas totais, fibra alimentar e capacidade antioxidante. Em média, o EAC apresentou 30,07 ± 0,55 g 100 g⁻¹ de fibra alimentar total, 3.485,63 ± 0,16 mg eq. ácido gálico (EAG) 100 g⁻¹ de compostos fenólicos, 144,46 ± 5,50 mg 100 g⁻¹ de antocianinas e atividade antioxidante 406,33 ± 4,50 µmol Trolox g⁻¹. O EAS apresentou 25,58 ± 0,13 g 100 g⁻¹ de fibra alimentar, 18.18,55 ± 0,36 mg EAG 100 g⁻¹ de fenólicos totais, 159,70 ± 5,83 mg 100 g⁻¹ de antocianinas e atividade antioxidante 835,12 ± 6,35 µmol Trolox g⁻¹. O processo de extração aquosa utilizado possibilitou a recuperação de fibras antioxidantes e compostos fenólicos do bagaço de uva e os extratos em pó, ricos em compostos bioativos, tem potencial de aplicação como ingredientes para a indústria agroalimentar.

Palavras-chave: viticultura, resíduos agroindustriais, polifenóis, compostos bioativos, antocianinas.

Abstract

Aqueous extraction of Merlot grape pomace from red winemaking process: recovery of dietary fiber and phenolic compounds.

The grape pomace from wine making process contains high content of phenolic compounds and other substances of interest for human health. Recovery of bioactive compounds from this residue enables the production of functional ingredients for food products. Polyphenols from fruits are usually attached to polysaccharides of plant cell

walls, and can be retrieved through aqueous extraction, generating extracts rich in both soluble fiber and phenolic compounds. This work aimed to determine the content of phenolic compounds and dietary fiber, and the antioxidant activity of aqueous extracts of 'Merlot' grape pomace from red wine production in the South Region of Brazil. The residue was dried at 50° C for 16 hrs, and separated into two fractions, skin and seed with stems, both subject to aqueous extraction for 3 hours at 85 °C, 1:7 substrate:solvent ratio, under agitation. The liquid extracts were filtered, and spray-dried. Powdered extracts of grape skin (EAC) and of seeds with stems (EAS) were analysed for phenolic compounds, anthocyanins, dietary fibre, and antioxidant capacity. In average, EAC presented $30.07 \pm 0.55 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ of total dietary fibre, and $3,485.63 \pm 0.16 \text{ mg galic acid equivalent (GAE) } 100 \text{ g}^{-1}$ of total phenolic compounds, $144.46 \pm 5.50 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, anthocyanins and antioxidant capacity $406.33 \pm 4.50 \text{ } \mu\text{mol Trolox } \text{g}^{-1}$. EAS showed $25.58 \pm 0.13 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ dietary fibre, $18,128.55 \pm 0.36 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ total phenolics, $159.70 \pm 5.83 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ anthocyanin and antioxidant capacity of $835.12 \pm 6.35 \text{ } \mu\text{mol Trolox } \text{g}^{-1}$. The process of aqueous extraction enabled the recovery of antioxidant dietary fibre and phenolic compounds from grape pomace, and the powdered extracts, rich in bioactive compounds, exhibit potential for application as ingredients by the food industry.

Keywords: viticulture, agroindustrial waste, polyphenols, bioactive compounds, anthocyanins.

Introdução

A produção de vinho e suco de uva está em franca expansão no Brasil e origina um grande e crescente volume de bagaço, composto por cascas, sementes e engaços. Este bagaço, que constitui cerca de 20-15% da uva utilizada para a produção de vinho, contém teor elevado de compostos fenólicos e outras substâncias bioativas de interesse para saúde humana, que não são extraídos no processo de produção de vinho. A recuperação destes compostos possibilita a valorização desse resíduo agroindustrial, através da geração de ingredientes funcionais.

Os efeitos benéficos das uvas para a saúde são atribuídos principalmente aos compostos fenólicos que apresentam atividade antioxidante, anti-inflamatória e cardioprotetora e tem sido associados à redução do risco de doenças cardiovasculares e outras doenças crônicas não-transmissíveis (Fontana et al., 2013; Georgiev et al., 2014). Estes compostos fenólicos presentes na casca e sementes das uvas, geralmente polifenóis, incluem flavonoides e não flavonoides, principalmente antocianinas, catequinas, flavonóis, ácidos fenólicos e estilbenos (Katalinic et al., 2010; Rubilar et al., 2007). Localizadas principalmente na casca de uva, as antocianinas são também responsáveis pela coloração das uvas tintas e de produtos derivados como o suco e o vinho tinto.

Os polifenóis das frutas encontram-se, em geral, ligados aos polissacarídeos das paredes celulares vegetais por meio de pontes de hidrogênio e ligações hidrofóbicas. Em função desta configuração, processos de extração aquosa a quente têm sido avaliados como alternativa sustentável para a obtenção de extratos ricos em fibras solúveis associadas a polifenóis.

O conceito de fibras antioxidantes, proposto por Saura-Calixto (2010), contempla a constatação de que as fibras alimentares exercem atividade fisiológica relevante na proteção do organismo humano contra processos oxidativos mediados por radicais livres. Essa função antioxidante tem sido atribuída à associação entre

polissacarídeos não digeríveis, classificados como fibras alimentares, e polifenóis presentes em determinados alimentos de origem vegetal, como frutas e cereais (Saura-Calixto, 1998). A ingestão regular de fibras antioxidantes, carreadoras de polifenóis, tem sido associada à redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis, sendo recomendada para a promoção da saúde.

O presente trabalho teve como objetivos determinar o teor de compostos fenólicos, antocianinas e fibras alimentares, bem como a capacidade antioxidante de extratos em pó obtidos do bagaço de uva 'Merlot' oriundo da produção de vinho tinto da Região Sul do Brasil.

Material e Métodos

O bagaço de uva 'Merlot' proveniente de vinificação tinta foi fornecido pela Vinícola Aurora (Bento Gonçalves, Brasil). O bagaço bruto foi submetido à secagem a 50°C por 16 h em secador de bandejas e separado em duas frações: farinha da casca e sementes com engaços. Ambas as frações foram submetidas à extração aquosa a 85°C por 3 hs, com proporção soluto:solvente de 1:7 e agitação mecânica contínua. O processo foi realizado em tacho de aço inox com camisa de vapor. Os extratos brutos obtidos foram filtrados em malha de nylon (150 µm) e o líquido foi submetido à secagem por atomização em *spray-dryer* piloto, com temperatura de entrada de 160 ± 1°C e temperatura de saída de 95 ± 1 °C. Os extratos em pó da farinha da casca (EAC) e da fração sementes com engaços (EAS) foram estocados a -16 ± 1 °C até o momento das determinações analíticas.

Foram determinados o teor de compostos fenólicos e antocianinas totais, o teor de fibra alimentar e a capacidade antioxidante dos extratos EAC e EAS. A análise de compostos fenólicos foi realizada com base na reação de Folin Ciocalteau, segundo Georgé et al. (2005), com resultados expressos em equivalente de ácido gálico (EAG). A concentração de antocianinas totais foi determinada por espectrofotometria, pelo método de pH diferencial descrito por Giusti & Wrolstad (2001), com resultados expressos em equivalente de cianidina-3-glucosídeo.

O teor de fibra alimentar total, solúvel e insolúvel foi determinado segundo Mañas & Saura-Calixto (1995), com adaptações. A capacidade antioxidante dos extratos foi verificada pelo método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), conforme Zuleta et al. (2009), com resultados expressos em equivalente de Trolox.

Resultados e Discussão

O Quadro 1 apresenta os resultados das análises de compostos fenólicos, antocianinas, fibras alimentares e atividade antioxidante dos extratos em pó EAC e EAS, obtidos do bagaço de uva Merlot.

Em média, sob as mesmas condições de extração, o EAS apresentou teor de compostos fenólicos cerca de seis vezes superior ao encontrado no EAC, e o dobro de sua atividade antioxidante (ORAC). As diferenças encontradas podem ser atribuídas às diferentes estruturas vegetais constituintes às duas frações do bagaço de uva utilizadas neste estudo, casca e sementes com engaços, conforme relatado também relatada por outros autores (Brenes et al., 2016; Kabir et al., 2015). A função fisiológica de cada tecido vegetal é determinante na constituição química e entrelaçamentos intermoleculares das paredes celulares das plantas, permitindo um fino controle da rigidez, permeabilidade, cor e outros aspectos que diferenciam esses tecidos. A semente, em especial, tem por principal função a germinação da nova planta e, levando em consideração as temperaturas amenas do solo, a ausência de luz e a alta umidade, o

processo germinativo ocorre em ambiente propício para o desenvolvimento de patógenos, especialmente fungos. Desta forma, é comum observar um elevado teor de metabólitos secundários em sementes, dentre os quais encontram-se os compostos fenólicos (Baily, 2004). Cabe destacar que a determinação de compostos fenólicos totais realizada, baseada na reação de Folin Ciocalteu, engloba grande diversidade de moléculas com ação redutora e que os resultados observados na análise podem refletir a ação conjunta de outros metabólitos secundários, além dos compostos fenólicos quantificados.

Em média, a concentração de antocianinas totais de ambos os extratos ficou próxima de 150 mg por 100 g de extrato em pó (quadro 1). No entanto, considerando-se o conteúdo de compostos fenólicos totais de cada extrato, verifica-se que a proporção de antocianinas totais foi muito superior no extrato EAC, obtido da fração casca do bagaço de uva. Adicionalmente, a concentração de antocianinas monoméricas foi cerca de quatro vezes mais elevada no EAC, em comparação com a do EAS. Estes achados justificam-se pela maior concentração de antocianinas na casca das uvas, que está relacionada à coloração dos frutos e dos produtos derivados. Em função do elevado conteúdo de antocianinas, ambos os extratos em pó obtidos tem potencial de aplicação como corantes em alimentos, como no caso de produtos lácteos (Tseng & Zhao, 2013).

O teor de fibra alimentar total dos extratos obtidos da casca e das sementes com engaços foi cerca de 25 e 30 g por 100g de extrato em pó, respectivamente, como previamente observado em outras variedades de uvas (Beres et al., 2017). Verificou-se a predominância de fibras solúveis em ambos os extratos secos, com fibras insolúveis e lignina presentes em menor proporção (quadro 1). Estes resultados são compatíveis com o processo de obtenção empregado, extração aquosa a quente. É natural observar maior quantidade de fibras solúveis, uma vez que estas conseguem migrar das paredes celulares vegetais, a partir do afrouxamento intermolecular das mesmas, sob ação da temperatura. A caracterização química dos polissacarídeos que compõem as fibras solúveis está sendo realizada, mas a literatura já aponta que neste tipo de extrato obtido de bagaço de uva os polissacarídeos pécticos são comumente encontrados, o que agrega maior valor ao insumo, uma vez que eles são considerados importantes moduladores imunológicos (Beres et al., 2017).

Conclusões

Os resultados indicam que o processo de extração aquosa a quente empregado possibilitou a recuperação de fibras alimentares e compostos fenólicos de ambas as frações do bagaço de uva, casca e sementes com engaços. Os extratos em pó EAS e EAC apresentam potencial de aplicação pela indústria agro-alimentar como ingredientes fonte de fibras e compostos fenólicos antioxidantes benéficos para saúde humana.

Agradecimentos

À EMBRAPA, pelo auxílio financeiro, ao CNPq, pela bolsa de iniciação científica (PIBIC) e à Vinícola Aurora, pelo fornecimento do bagaço de uva.

Referências

- Bailly, C. 2004. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. *Seed Science Research* 14(2): 93-107.
- Beres, C., Costa, G.S., Cabezudo, I., Silva-James, N.K., Teles, A.S.C., Cruz, A.P.G., Mellinger-Silva, C., Tonon, R.V., Cabral, L.M.C. & Freitas, S. 2017. Towards

- integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. *Waste Management*, in press, corrected proof.
- Brenes, A., Viveros, A., Chamorro, S. & Arija, I. Use of polyphenol-rich grape by-product in monogastric nutrition. A review. 2016. *Animal Feed Science and Technology* 211:1-17.
- Fontana, A.R., Antonioli & A., Bottini, R. 2013. Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: Extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 61:8987–9003.
- Georgé, S., Brat, P., Alter, P. & Amiot, M. J. 2005. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53:1370-1373.
- Georgiev V., Ananga, A. & Tsoleva, V. 2014. Recent advances and uses of grape flavonoids as nutraceuticals. *Nutrients* 6:391-415.
- Giusti, M.M. & Wrolstad, R.E. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In Wrolstad, R. E. (Ed.). *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. New York: Wiley.
- Kabir, F., Tow, W.W., Hamauzu, Y., Katayama, S., Tanaka, S. & Nakamura, S. 2015. Antioxidant and cytoprotective activities of extracts prepared from fruit and vegetable wastes and by-products *Food Chemistry* 167:358-362.
- Katalinić, V., Možina, S.S., Skroza, D., Generalić, I., Abramović, H., Miloša, M., Ljubenković, I., Piskernik, S., Pezo, I., Terpinč, P. & Boban, M. 2010. Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 *Vitis vinifera* varieties grown in Dalmatia (Croatia). *Food Chemistry* 119: 715–723.
- Mañas, E. & Saura-Calixto, F. 1995. Dietary fiber analysis: methodological error sources. *European Journal of Clinical Nutrition* 49:158-162.
- Rubilar, M., Pinelo, M., Shene, C., Sineiro, J. & Nuñez, M.J. 2007. Separation and HPLC-MS identification of phenolic antioxidants from agricultural residues: almond hulls and grape pomace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55:10101-10109.
- Saura-Calixto, F. 1998. Antioxidant dietary fibre product: a new concept and a potential food ingredient. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46:4303-4306.
- Saura-Calixto, F. 2010. Dietary fiber as a carrier of dietary antioxidants: an essential physiological function. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59:43-49.
- Tseng, A. & Zhao, Y. 2013. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry* 138:356-365.
- Zuleta, A., Esteve, M.J., Frasquet, I. & Frígola, A. 2007. Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. *Food Chemistry* 103:1365-1374.

Quadro 1 - Teor de compostos fenólicos, antocianinas e fibras alimentares, e capacidade antioxidante de extratos aquosos em pó do bagaço de uva ‘Merlot’ (média \pm desvio padrão)

Parâmetros	Extratos em pó do bagaço de uva	
	EAC ¹	EAS ²
Compostos fenólicos totais (mg EAG 100 g ⁻¹) [*]	3.485,63 \pm 0,16	18.128,55 \pm 0,36
Antocianinas totais (mg 100 g ⁻¹) ^{**}	144,46 \pm 5,50	159,70 \pm 5,8
Antocianinas monoméricas (mg 100 g ⁻¹)	56,37 \pm 2,32	13,37 \pm 1,41
Capacidade Antioxidante (μ mol TE g ⁻¹) ^{***}	406,33 \pm 4,50	835,12 \pm 6,35
Fibra alimentar total (g 100 g ⁻¹) ^{****}	30,07 \pm 0,55	25,58 \pm 0,13
Fibras solúveis (g 100 g ⁻¹)	18,71 \pm 0,57	19,26 \pm 0,44
Fibras insolúveis + lignina (g 100 g ⁻¹)	11,35 \pm 0,12	6,32 \pm 0,02

* EAG = Equivalente ácido gálico, n = 6; ** Equivalente cianidina -3-glucosídeo, n = 6; *** TE = Trolox Equivalente, n = 6; **** n = 3.

¹ EAC = Extrato em pó obtido da fração casca do bagaço de uva

² EAS = Extrato em pó da fração sementes com engaços do bagaço de uva

The effect of topography on the spatial variability of grapevine vegetative and reproductive components

Gonçalo Victorino¹, Ricardo Braga¹ & Carlos M. Lopes¹

¹LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal, E-mail: gvictorino@isa.ulisboa.pt

Abstract

Topography variation is one of the main causes for vineyard variability. Terrain attributes, such as slope, altitude and aspect are highly variable and have an impact on soil depth, water holding capacity, air and soil temperature, radiation exposure, among other factors. Patterns of topographic variability tend to be stable over time, therefore recognizing such patterns can potentially provide the winegrower with relevant economic returns. A study was conducted in 2015, in a vineyard located at Tapada da Ajuda, Lisbon (slope range from 7% to 9%; southern orientation). Four white varieties (*Alvarinho*, *Viosinho*, *Encruzado* and *Arinto*) were analyzed regarding their vegetative development, yield and grape quality. This study had two main objectives: (i) to evaluate the magnitude of the spatial variability among varieties and (ii) to evaluate the effect of the terrain position (TP) in each variety, individually. Smart points (SP) were selected for each variety, organized according to their slope position (uphill, mid-slope and downhill) and vegetative and reproductive data was collected at relevant phenological stages (pre-flowering, flowering, veraison and full maturation). *Alvarinho* and *Arinto* varieties presented the highest spatial variability, regardless of their position along the slope. Yield and leaf-to-fruit ratio were the most variable parameters (coefficient of variation >30% in all varieties) with no correlation with TP. *Encruzado* showed higher vegetative development (+36% leaf area index and +18% exposed leaf area) in downhill SPs, while *Arinto* presented higher bud burst percentage (+49%) and lower water-shoot development (-30%) in downhill SPs. In these cases, canopy development parameters were influenced by TP. Such information can be used for a differentiated scheduling of canopy management activities e.g. canopy thinning and water-shoot removal, tasks that are expensive and time consuming. This study created a basis for further research that can lead to more accurate vineyard design planning and management.

Keywords: Precision viticulture, vineyard spatial variability, topographic position, slope.

Resumo

Efeito da topografia sobre a variabilidade espacial dos componentes vegetativo e reprodutivo da videira

A variação topográfica consiste numa das principais causas de variabilidade espacial na vinha. Atributos topográficos como o declive, a altitude e a orientação são muito variáveis e têm impacto na profundidade dos solos e respetiva capacidade de retenção de água, temperatura do ar e do solo, exposição solar, entre outros fatores. Os padrões de variabilidade topográfica tendem a ser constantes ao longo do tempo, por isso o reconhecimento de tais padrões poderá ter um impacto benéfico na gestão da vinha e trazer ao viticultor retornos económicos interessantes. Em 2015 foi instalado um ensaio numa vinha localizada na Tapada da Ajuda, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa (declive entre 7% a 9%; orientação sul). Foram estudadas quatro castas (*Alvarinho*, *Viosinho*, *Encruzado* e *Arinto*), tendo em conta o seu desenvolvimento vegetativo, produção e composição da uva. Este estudo teve dois objetivos principais: (i) avaliar a magnitude da variabilidade espacial entre castas e (ii) avaliar o efeito da posição topográfica (TP) em cada casta, individualmente. As unidades experimentais (SP) foram selecionadas tendo em conta o seu posicionamento ao longo da encosta (montante, meia encosta e a jusante da encosta) onde foram colhidos dados referentes ao desenvolvimento vegetativo, produção e composição das uvas, durante estados fenológicos relevantes (botões florais separados, floração, pintor e maturação), dependendo do parâmetro medido. As castas *Alvarinho* e *Arinto* apresentaram a maior variabilidade espacial, quando analisada independentemente da sua posição ao longo da encosta. A produção total de uva e o rácio folha/fruto foram os parâmetros com maior variabilidade em todas as castas (coeficiente de variação >30% em todos os casos), no entanto, sem correlação com a TP. A casta *Encruzado* apresentou maior desenvolvimento vegetativo (+36% área foliar e +18% de superfície foliar exposta) em SPs a jusante da encosta. A casta *Arinto* apresentou maior percentagem de abrolhamento (+49%) e menor percentagem de sarmentos ladrões (-30%) em SPs a jusante da encosta. Em ambos os casos os parâmetros indicadores do desenvolvimento vegetativo foram influenciados pela posição topográfica das plantas.

Esta informação pode ser útil para gerir diferenciadamente as operações culturais, por exemplo tarefas caras e morosas como a despona e o esladramento, permitindo uma melhoria da planificação e gestão da vinha.

Palavras-chave: viticultura de precisão variabilidade espacial da vinha, posição topográfica, declividade do solo

Introduction

Spatial variability in vineyards has always been known to exist and has been demonstrated in several works in terms of yield (Bramley & Hamilton, 2004, 2007; Bramley, 2009), vegetative development (Johnson *et al.*, 2003; Bramley & Hamilton, 2007; Acevedo-Opazo, 2008) and grape composition (Bramley, 2005). Such variation has an impact on final wine quality and yield and thus on the economic value of the vineyard plots (Bramley & Hamilton, 2004). Precision Viticulture (PV) approaches bring ways to identify this variability, enabling technical decision making to become more robust and targeted (Lamb & Bramley, 2001) with potential benefits regarding inter-annual production stability, traceability of the productive process, efficient use of resources and identification of zones with different grape composition (Braga, 2009). Different vineyards or plots may be managed to achieve different goals, such as higher yields, regardless of quality, or higher quality in limited yields. To achieve such goals, one of the core steps that allow PV approaches is to study the possible causes that affect spatial variability.

The vegetative and reproductive performance variability in a vineyard is mainly driven by the variation of the topography (Bramley, 2009), while patterns of this variation tend to be stable through time. Although vineyards have always been known to be spatially variable, due to the lack of tools or methods to accurately observe and measure this variation, winegrowers conventionally manage vineyards as if they were homogenous (Bramley, 2005). A management focused on identifying differential performing zones is more appropriate than the uniform and more conventional approach and has the potential to provide relevant economic benefits (Bramley *et al.*, 2005).

In regions located at very low latitudes, typically, higher altitudes are preferable when planning vineyard sites, while the opposite is true for higher latitude regions (Goldammer, 2015). This has to do with the decrease in temperature as the elevation increases, causing some sites to only be acceptable for viticulture practices if their elevation allows it (Goldammer, 2015). In other regions where such extreme conditions are not present, altitude variations may still have an impact on several features such as sugar levels and total acidity (Stajniko *et al.*, 2010). Apart from temperature variation, uphill zones tend to have shallower soils and thus less soil water holding capacity. In non-irrigated vineyards, this difference might impact water availability in a way that may influence grape sugar concentration (Stajniko *et al.*, 2010) or vegetative development. Yield can also be affected by soil depth variability resulting from plant position along the slope, where downhill positioned grapevines will commonly have higher yield values, as compared to uphill ones (Bramley & Hamilton, 2005).

While some topography effect trends tend to be consistent from region to region, different varieties may behave differently when subject to variable terrain positions (TP). The purpose of the present study is twofold: the first objective is to evaluate the magnitude of the spatial variability among four Portuguese varieties (*Alvarinho*, *Viosinho*, *Encruzado* and *Arinto*) and the second one is to evaluate the effect of the TP in each variety.

Materials and methods

Site description

The work reported here was carried out in 2015, in a vineyard located at Tapada da Ajuda, within the Lisbon wine region. The vineyard, with an area of 1.7 ha, was planted in 2006 with a density of 4000 plants/ha (spacing of 2.5m between and 1.0 m in row), spur pruned and trained on unilateral Royat cordon system using vertical shoot positioning with two pairs of movable wires. The vineyard presents a slope range from 7% to 9%, a southern orientation and is located approximately 50 m above sea level.

Four white varieties (*Alvarinho*, *Viosinho*, *Encruzado* and *Arinto*) were analyzed regarding their vegetative development, yield and grape quality. Out of the varieties studied, *Encruzado* is crafted on 1103Paulsen rootstock, while the remaining ones are crafted on 110Ritcher rootstock. The vineyard presents a drip irrigation system and is fertilized according to needs shown by systematic petiole analysis throughout the growing cycle. Differences in nutritive needs were not observed (visually) among experimental units.

The *Alvarinho*, *Viosinho*, *Encruzado* and *Arinto* varieties presented an altitude difference of -9.26m, -7.05m, -5.71m and -4.15m, respectively, between the highest and the lowest SP.

Smart points (SP) were selected in a single row for each variety, organized according to their slope position (uphill, mid-slope and downhill) in a total of 84 grapevines (14 SPs, 6 plants each). Soil differences along the rows were not significant (data not shown) and thus not taken into account.

Data collection

The phenological development of all grapevines was observed individually, every week, throughout the whole trial. The number of spurs and buds, trunk height, arm length, grapevine base diameter, number of shoots, water shoots and number of inflorescences were collected only once, either at the beginning of the vegetative development or at the visible inflorescences stage, because of its temporal stability during the length of this trial. The bud burst percentage and the percentage of water-shoots was calculated. Leaf area (LA) and exposed leaf area (ELA) were estimated 2 weeks before the beginning of flowering, at full flowering and at the veraison, using the methods developed by Lopes & Pinto (2005). After veraison, for four consecutive weeks, grape maturity was evaluated by: must volume, total soluble solids (TSS, expressed in °Brix), potential alcohol, total acidity and pH. At harvest, the total yield, the cluster number and weight and the average grape weight was accounted for. The leaf-to-fruit ratio was also calculated. In total, 23 parameters were evaluated, some of them more than once, making a total of 26 analyzed variables.

Statistics

All data were subject to a descriptive statistical analysis. The main parameter used for discussion was the coefficient of variation (CV). CVs between 10% and 29% were considered variable, while CVs equal or higher than 30% were considered highly variable (Gomes, 1990). This analysis was done independently of the plants' terrain position and was used for purposes related to the first objective of this work: overall vineyard spatial variability.

The same data were then subject to an analysis of variance (ANOVA) to verify if there were significant differences between SPs of the same variety and if so, if these differences were correlated to the terrain position variation.

Results and discussion

Concerning the first objective of this work – the total spatial variability regardless of the TP – the variability encountered was very significant, as all varieties presented a high number of parameters with CV values higher than 10%. *Viosinho* variety showed the most homogeneous behavior across all parameters, while *Alvarinho* and *Arinto* varieties presented the highest spatial variability. Yield and leaf-to-fruit ratio were the most variable parameters (coefficient of variation >30% in all varieties). The ability for grapevines to ripen their fruits adequately is mainly determined by their leaf area, especially the one directly exposed to sunlight (Kliewer and Dokoozlian, 2005). Thus, leaf-to-fruit ratio is an indicator of potential grape quality as it reflects grape maturation values and final grape composition, namely the concentration of TSS (Kliewer and Weaver, 1971). However, while this ratio was highly variable in this study, it showed no apparent impact on TSS (expressed in °Brix) as well as other fruit quality parameters (Table 1).

Regarding the effect of the TP, some parameters showed statistically different values among SPs, however not all of these presented a correlation with the TP variation.

The *Viosinho* variety presented no parameters which variability was correlated to the TP variation. No data is shown for this variety due to the lack of relevant results.

For the *Alvarinho* variety only one minor case was observed, concerning the effect of the TP, showing a faster phenological development of the grapevines located in the downhill SP during the first 10 weeks (up until the visible inflorescences stage), after which there was a homogenization and the phenological development of all SPs was statistically the same from then on. No data is shown for this variety due to the lack of relevant results.

For the *Encruzado* variety its altitude variation was enough to cause a significant difference in the LA development two weeks before the flowering stage, with the SPs located downhill having higher values, +36% (Table 2). For the same variety, the same altitude difference caused a higher ELA development (+18%, Table 2) also in the downhill SP, at the flowering stage up until the veraison stage, when the last vegetative measures were collected. As the ELA is mainly affected by the canopy height, higher ELA values are related to a taller canopy. Such information has an impact on leaf-to-fruit ratio variability and is valuable for canopy management practices such as trimming and moving the trellis wires. Both ELA and LA are related to vegetation development. A probable cause for this variety to have shown higher values in downhill zones might be related to a higher soil water capacity within these SPs, sufficient to promote significant differences especially in early stages of development (pre-flowering and

flowering) when irrigation was not a factor yet, as the vineyard was not irrigated until mid May 2015 - in general this date corresponded to when the fruit development started for most varieties (BBCH stage 71 – fruit setting).

As for the *Arinto* variety, a higher bud burst percentage and a lower percentage of water-shoots were observed at downhill SPs (+49% and -30%, respectively, Table 3). A higher number of water-shoots might result either on denser vegetation or higher amounts of time spend on desuckering. Higher vegetative density can have an impact on canopy microclimate, decreasing air flow inside the canopy while causing less cluster exposure, thus potentially affecting grape composition and health. Higher amounts of time desuckering means higher labor costs.

Conclusions

Regarding the first objective, this study shows that, – general vineyard spatial variability –, the *Viosinho* variety stood out by showing a very homogeneous behavior, while *Alvarinho* and *Arinto* varieties presented highly heterogeneous trends. It also showed that leaf-to-fruit ratio was the parameter with the highest variability, while grape quality variables were homogeneous, which brings into question its viability as a safe indicator of potential grape quality.

Concerning the second objective – effect of the terrain position –, it is possible to conclude that canopy development can be spatially variable in very mild slope conditions (up to 9%), meaning that in more extreme ones, the spatial variability might reach much higher proportions. With this new information, the scheduling of practices such as trimming, training, pruning, water-shoot removal, or even irrigation management, could be optimized and specified for a particular vineyard or vineyard plot, taking into account its terrain position.

Further work is required to fully validate this study, particularly with respect to the extrapolation of this trial to other locations, other varieties and growing seasons.

References

- Acevedo-Opazo, C., Tisseyre, B., Guillaume, S., & Ojeda, H. 2008. The potential of high spatial resolution information to define within-vineyard zones related to vine water status. *Precision Agriculture*, 9(5):285-302.
- Braga, Ricardo 2009. *Inovação e Tecnologia na Formação Agrícola. Manual de Viticultura de Precisão*. Lisboa, Associação dos Jovens Agricultores de Portugal.
- Bramley, R.G.V. 2005. Understanding variability in winegrape production systems 2. Within vineyard variation in quality over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 11:33–42.
- Bramley, R.G.V, Proffitt, A.P.B., Hinze, C.J., Pearse, B. & Hamilton, R.P. 2005. Generating benefits from Precision Viticulture through selective harvesting. *Precision agriculture*, 5:891-898
- Bramley, R.G.V. 2009. Next step in Precision Viticulture – Spatial data for improved design of vineyard (re-)planting. *Grape and Wine Research & Development Corporation, CSIRO Sustainable Ecosystems*, 6-33.
- Bramley, R.G.V. & Hamilton, R.P. 2004. Understanding variability in winegrape production systems. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10:32–45.
- Bramley, R.G.V. & Hamilton, R.P. 2005. Hitting the zone – making viticulture more precise. *Proceedings of the 12th Australian Wine Industry Technical Conference*. 57-61.
- Bramley, R.G.V. & Hamilton, R.P. 2007. Terroir and Precision viticulture: are they compatible? *OENO One*, 41(1):1-8.
- Bramley, R.G.V. & Williams, S.K. 2007. Topographic variation – A key driver of variable vineyard productivity and wine quality. *Proceedings of the 13th Australian Wine Industry Technical Conference*. 365-366.
- Goldammer, T. 2015. *Grape Grower's Handbook*, Apex Publishers, 2^a ed., Centreville, Virginia, EUA.
- Gomes, F.P. 1990. *Curso de estatística experimental*. 12.ed. São Paulo: Nobel, 1990. 467p.
- Johnson, L.F., Roczen, D.E., Youkhana, S.K., Nemani, R R. & Bosch, D.F. 2003. Mapping vineyard leaf area with multispectral satellite imagery. *Computers and electronics in agriculture*, 38(1):33-44.3
- Kliewer, W.M. & Dokoozlian, N.K. 2005. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56(2): 170-181.
- Kliewer, W.M. & Weaver, R.J. 1971. Effect of Crop Level and Leaf Area on Growth, Composition, and Coloration of Tokay'Grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 22(3): 172-177.
- Lamb, D. & Bramley, R. 2001. Innovations and technology. *Natural Resource Management*, 4(1):25-30.
- Lopes, C.M.A. & Pinto, P.A. 2005. Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models. *Vitis*. 44 (2):55-61.

Stajko, D., Pulko, B. & Rakun, J. 2010. Possible application of differential global positioning system (DGPS) to harvesting date and precision viticulture. *African Journal of Biotechnology* 9: 8182–8191.

Table 1 - Comparison between leaf-to-fruit ratio (L/F ratio) measured at the veraison stage and quality parameters (Brix, pH and total acidity) analyzed at full maturation, regarding their CV.

Variety	L/F ratio (veraison)	CV	°Brix	CV	pH	CV	Total acidity	CV
<i>Alvarinho</i>	1.24	117%	22.63	5%	3.31	1%	7.95	4%
<i>Viosinho</i>	0.59	47%	22.90	4%	3.35	3%	5.21	5%
<i>Encruzado</i>	0.44	36%	20.40	1%	3.32	3%	5.70	5%
<i>Arinto</i>	0.84	49%	20.53	2%	3.30	2%	7.80	5%

Table 2 - Effect of the terrain position on the total and exposed leaf area at different phenological stages for the *Encruzado* variety. Means within a column followed by a different letter are significantly different at P<0.05.

Smartpoint	Leaf area (m ²)	Exposed leaf area (m ² /ha)	
	Pre-flowering	Flowering	Veraison
Uphill SP	3,97a	7280a	8793a
Mid-slope SP	5,08b	7813a	10028b
Downhill SP	5,39b	8593b	9993b

Table 3 - Effect of the terrain position on bud burst and water-shoot percentage for the *Arinto* variety. Means within a column followed by a different letter are significantly different at P<0.05.

Smartpoint	Bud burst percentage (%)	Percentage of water-shoots (%)
Uphill SP	74a	49a
Mid-slope SP	103b	19b
Downhill SP	123b	28b

VINBOT – um robô terrestre para viticultura de precisão

Carlos M. Lopes¹, João Graça¹, G. Victorino¹, Robert Guzmán², Albert Torres³, Miguel Reyes³, André Barriguinha⁴, Ricardo Braga¹ & Ana Monteiro¹

¹ LEAF, Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal, E-mail carlosmlopes@isa.ulisboa.pt

² Robotnik Automation S.L.L, Calle Ciudad de Barcelona, 3-A, 46988 P.I., Fuente del Jarro Paterna, Valencia, Spain.

³ Ateknea Solutions, Barcelona Office Building, Victor Pradera, 45. ES-08940 Cornellà de Llobregat. Barcelona, Spain.

⁴ Agri-Ciência, Consultores de Engenharia Lda, Av. Defensores de Chaves, 71 - 1º Esq.; 1000-114 Lisboa, Portugal.

Resumo

Nos últimos anos tem-se verificado um aumento exponencial da utilização de robôs na agricultura, estando a União Europeia a fomentar fortemente a investigação nesta área através da Agenda de Investigação Estratégica para a Robótica na Europa. A grande importância do conhecimento da variabilidade espacial do vigor e produção em Viticultura, tem levado ao desenvolvimento de ferramentas de Viticultura de Precisão baseadas em sensores diversos montados em veículos autónomos. Neste trabalho apresentam-se alguns resultados de validação de campo obtidos no âmbito do projeto europeu VINBOT (*“Autonomous cloud-computing vineyard robot to optimise yield management and wine quality”*) que teve por objectivo o desenvolvimento de um robô terrestre, equipado com diversas câmaras e sensores, para obtenção de mapas de variabilidade espacial quer de características da sebe quer da produção de uma parcela de vinha. O ensaio de validação decorreu numa vinha experimental do Instituto Superior de Agronomia, onde vários segmentos de várias linhas da casta Alvarinho foram rotuladas, submetidas ao registo manual das características da sebe e da produção e, simultaneamente, monitorizados pela plataforma de sensores do robô. Os dados obtidos manualmente foram comparados com os valores estimados pelos algoritmos de análise de imagem do robô. Relativamente às dimensões da sebe os resultados de validação mostram um bom ajustamento entre dados observados e as estimativas proporcionadas pela reconstrução 3D da sebe através do sensor laser “Range Finder”. No que se refere à produção, verificou-se uma ligeira subestimativa resultante da oclusão de alguns cachos quer por outros cachos quer pela vegetação da videira. Estão em curso novos ensaios com vista a testar o robô noutras castas e sistemas de condução e a melhorar os algoritmos de análise de imagem.

Palavras-chave: análise de imagem, estimativa da produção, validação, videira.

Abstract

VINBOT – a terrestrial robot for precision viticulture.

In recent years there has been an exponential increase in the use of robots in agriculture and the European Union is strongly promoting research in this area through the Strategic Research Agenda for Robotics in Europe. The great importance of knowing the spatial variability of vigor and yield in Viticulture has led to the development of Precision Viticulture tools based on several sensors mounted on autonomous vehicles. In this paper we present some field validation results obtained

from the European project VINBOT (Autonomous cloud-computing vineyard robot to optimize yield management and wine quality), whose objective was the development of a terrestrial robot equipped with a camera and several sensors, to obtain maps of spatial variability of either the characteristics of the canopy and the yield of a vineyard plot. The validation test was carried out in an experimental vineyard of the Instituto Superior de Agronomia, where several row segments of a vineyard plot of the Alvarinho variety were labeled, subjected to manual assessment of the canopy characteristics and yield, and simultaneously monitored by the robot's sensor platform. The data obtained manually were compared with the values estimated by the image analysis algorithms of the robot. Regarding canopy dimensions the validation results show a good fit between observed data and the estimates provided by the 3D canopy reconstruction through the laser sensor "Range Finder". Regarding the yield, there was a slight underestimation caused mainly by bunch occlusion by other bunches or by the vegetation. New trials are underway to test the robot on other varieties and training systems and to improve image analysis algorithms.

Key words: grapevine, image analysis, yield estimation, validation.

Introdução

De acordo com a Agenda de Investigação Estratégica da UE para a Robótica na Europa 2014-2020, na próxima década a tecnologia robótica tornar-se-á dominante em várias áreas, sendo a agricultura considerada uma das áreas com elevado potencial de desenvolvimento futuro (euRobotics aisbl, 2013). Dentre os diversos sectores agrícolas a viticultura é um em que os robôs aéreos e terrestres podem fornecer vários serviços, permitindo inúmeras vantagens. Relativamente aos robôs terrestres, já existem algumas práticas culturais que foram automatizadas com sucesso (ex. monda mecânica de infestantes; VitiRover, 2017), enquanto outras estão atualmente em desenvolvimento (ex. poda; VisionRobotics, 2017).

Para além de poderem servir para o transporte de factores de produção e executar algumas práticas culturais, os robôs terrestres também podem ser utilizados como plataformas autónomas para transporte de vários tipos de sensores para monitorização de culturas, permitindo uma rápida e fácil colheita de dados, melhorando a rastreabilidade e as estatísticas das empresas agrícolas e, conseqüentemente, permitindo uma mais correcta tomada de decisão em agricultura (euRobotics, 2013). Recentemente, o uso destas plataformas autónomas tem merecido uma forte atenção por parte da comunidade científica, traduzida por vários projectos de investigação visando obter dispositivos capazes de executar a fenotipagem de alto rendimento de plantas/culturas (ex. temperatura do coberto, mapas de vigor e rendimento, mapas de composição da uva, etc.). Um exemplo desse esforço de investigação é o recente (2014-2016) projeto europeu VINBOT (Autonomous cloud-computing vineyard robot to optimise yield management and wine quality: <http://www.vinbot.eu/>) que visou o desenvolvimento de um robô autónomo todo-terreno, com um conjunto de sensores capazes de capturar e analisar imagens de videiras e dados 3D por meio de aplicações de computação na nuvem, para obter mapas de vigor e rendimento que representem a variabilidade espacial das parcelas da vinha.

Neste trabalho apresentam-se alguns resultados de um ensaio de validação, em que se compararam dados das características da sebe e da produção colhidos manualmente numa parcela de vinha da casta Alvarinho, com as estimativas fornecidas pelos algoritmos do robô VINBOT.

Material e métodos

Parcela experimental

O ensaio de validação decorreu numa vinha experimental do Instituto Superior de Agronomia, localizada na Tapada da Ajuda, Lisboa (lat. 38,71 N, long. 9,18 W). Utilizou-se uma parcela da casta 'Alvarinho', plantada em 2006 com um compasso de 1.0 x 2.5 m (4000 plantas/ha), conduzida em monoplano vertical ascendente e podada em cordão Royat unilateral com uma carga média de 12 olhos/videira. Para efeitos de colheita de dados foram estabelecidos seis segmentos de linhas de videiras com 10 plantas contíguas cada ("smart points") cujas videiras foram sujeitas a registos manuais das dimensões da sebe (altura e espessura) e do número e peso dos cachos durante a fase final da maturação de 2016. Em simultâneo, as mesmas videiras foram monitorizadas pelo conjunto de câmaras e sensores do robô VINBOT. Os dados obtidos pelo Rangefinder e pelos algoritmos de análise de imagem foram comparados com os dados observados resultantes das medições manuais obtidas na amostra de 60 videiras (6 "smart points x 10 videiras).

Plataforma Vinbot

A plataforma VINBOT baseia-se num robô comercial Summit XL HL, capaz de transportar até 65 kg de carga útil e que consiste em (Fig. 1):

- uma plataforma robótica: durável, móvel, com ROS Indigo e Ubuntu 14.04;
- uma camera RGBD Kinect v2 para tirar imagens das videiras;
- rangefinder 2D para permitir a navegação na vinha e para obter a forma e porosidade da sebe;
- um pequeno computador para funções computacionais básicas, ligado a um módulo de comunicação;
- um RTK-DGPS de alta precisão e dispositivos de comunicação associados;
- uma aplicação web baseada na nuvem para processar imagens e criar mapas em 3D;
- um HMI para definir missões de navegação e aquisição de dados.

Relativamente aos procedimentos de análise de imagem foi implementada uma nova abordagem para a detecção dos cachos ("Convolutional Neural Networks") baseada numa estrutura de redes neurais multicamadas empilhadas ("Deep Learning"). De forma a detectar e quantificar as áreas das imagens ocupadas por cachos adicionou-se uma nova camada com um classificador linear (Krizhevsky e Sutskever, 2012).

Análise de dados

Os dados estimados das dimensões da sebe foram obtidos com base na reconstrução tridimensional da sebe obtida a partir dos dados do Rangefinder. Relativamente à estimativa da produção de uvas, a área projetada da imagem de cachos e/ou fracções de cachos (extraída pelos algoritmos de análise de imagem) foi calculada em pixels e convertida em cm² reais. Esta área foi depois corrigida de forma a considerar os potenciais cachos escondidos pela vegetação, usando relações empíricas obtidas no âmbito do projeto VINBOT (dados não apresentados). A área total projetada de cachos foi então convertida em kg de uvas usando uma equação que relaciona a área projectada dos cachos e o respectivo peso (dados não apresentados).

Os dados estimados pelos algoritmos do robô VINBOT foram comparados com os dados observados usando-se as seguintes medidas de desvio (Schaeffer, 1980): erro médio absoluto (EMA); erro percentual absoluto médio (EPAM); erro quadrático médio (EQM).

Resultados e discussão

Dimensões da sebe

Relativamente aos valores observados, verificou-se que a altura da sebe apresentou um valor médio de 1.0 m e uma baixa variabilidade (CV= 6.8%) o que se deve à despona efectuada de forma homogénea a cerca de 20 cm acima do último arame. A área foliar exposta, calculada como o produto da altura média x espessura média da sebe (não considera eventual porosidade da sebe), apresentou um valor médio de 2.43 m²/m e também uma baixa variabilidade (CV= 6.2%). O volume da sebe apresentou um valor médio de 0.42 m³/m sendo a variável com o maior coeficiente de variação (CV= 14.4%).

A comparação gráfica entre os valores observados e estimados da altura da sebe referente quer aos valores individuais das 60 videiras amostradas, quer aos valores médios por “smart point”, mostra um ajustamento satisfatório entre observados e estimados (Fig. 2). As medidas estatísticas de validação corroboram a avaliação visual e indicam que os algoritmos do Vinbot permitem estimar das características da sebe com baixo erro (Quadro 1). Por exemplo o erro percentual absoluto médio apresenta valores dentro dos limites de aceitabilidade sugeridos por Kleijnen (1987) ($\leq 10\%$), excepto para o volume da sebe cujo erro é um pouco superior a esse limite.

Produção

As 60 videiras amostradas apresentaram um número médio de 18 cachos por videira com um coeficiente de variação de 31.2%. A produção real média por videira foi de 2.15 Kg com um CV de 47.1% tendo-se obtido a produção mais elevada na videira #5 do *smart point* 4 (5.2 kg) e a mais baixa na videira #4 do *smart point* 4 (0.4 kg).

Na Figura 3 e Quadro 2 apresenta-se a comparação dos valores reais da produção com os estimados pelos algoritmos de análise de imagem do robô Vinbot. A avaliação visual do ajustamento referente às 60 videiras amostradas (Fig. 3A) mostra que, apesar de algumas videiras apresentarem ainda elevadas diferenças entre observados e estimados, em geral, o ajustamento pode-se considerar satisfatório. Pela análise do Quadro 2 verifica-se que os algoritmos do robô Vinbot subestimam a produção média em cerca de 10%. Apesar deste erro médio não ser muito elevado as estatísticas de validação relativas aos valores das 60 videiras amostradas, mostram ainda um erro elevado como é exemplo o erro percentual médio absoluto que se encontra bastante acima dos valores considerados como aceitáveis ($\leq 10\%$; Kleijnen 1987). Esta subestimação poderá ter várias causas, sendo a oclusão dos cachos por outros cachos e/ou folhagem uma das principais. Com efeito, apesar dos algoritmos utilizados já incluírem uma estimativa da fracção de cachos passível de estar tapada pela folhagem ainda não entram em consideração com a fracção de cachos que poderão estar sobrepostos e, conseqüentemente, não visíveis às câmaras do robô. Esta oclusão, que depende do número de cachos por videira e do tamanho dos cachos, constitui um dos principais problemas da estimativa da produção por análise de imagem tal como referido por Nuske et al. (2014) que sugerem algumas soluções para a sua resolução baseadas em calibrações e modelação da taxa de oclusão. Para além da oclusão dos cachos, a eventual dessincronização entre as imagens do Vinbot e a correspondente videira onde se regista os dados observados também poderá ter contribuído para as diferenças entre os valores reais e estimados da produção individual por videira. Com efeito, enquanto os valores observados correspondem exactamente a uma determinada videira, algumas imagens poderão incluir cachos de mais do que uma videira, em

resultado quer de erros do GPS quer de oscilações da câmara e correspondentes diferenças na área da sebe abrangida pela imagem. De facto, quando se analisam os dados agrupados por “smart point” (grupos de 10 videiras contíguas) as diferenças esbatem-se, verificando-se um melhor ajustamento visual (Fig. 3B) bem como um menor erro percentual absoluto médio, bastante próximo do limite de aceitabilidade (Kleijnen 1987). Para além destas razões, o grau de precisão dos algoritmos de análise de imagem na detecção dos cachos poderá também ter contribuído para o desajustamento entre observados e estimados.

Conclusões

Os nossos resultados mostram um desempenho aceitável da plataforma VINBOT para uma estimativa automatizada das características da sebe. Em relação à produção, observou-se uma pequena subestimação, resultados que podem ser atribuídos a um efeito combinado de oclusões de cachos pela vegetação e/ou outros cachos, à eventual dessincronização entre observados e estimados e à menor precisão dos algoritmos de análise de imagem para detecção da uva. De forma a reduzir o erro das estimativas torna-se necessário aprofundar os estudos no âmbito dos algoritmos de detecção dos cachos e na modelação da fracção de cachos não visíveis na imagem.

Agradecimentos

Este trabalho insere-se no âmbito do projecto europeu VINBOT (“Autonomous cloud-computing vineyard robot to optimise yield management and wine quality”), financiado pelo 7º Programa Quadro da Comunidade Europeia (SME 2013-2, nº 605630).

Referências

- EUROBOTICS, A. 2013. Strategic Research Agenda For Robotics in Europe 2014-2020. https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/robotics-ppp-roadmap_en.pdf. Acedido em 12 Junho 2017.
- Kleijnen, J.P.C., 1987. Statistical tools for simulation modeling and analysis. McGraw-Hill, New York.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., Geoffrey, E.H. 2012. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 25, 1097-1105.
- Nuske, S., Wilshusen, K., Achar, S., Yoder, L., Narasimhan, S., Singh, S. 2014. Automated Visual Yield Estimation in vineyards. *Journal of Field Robotics* 31(5): 837-860.
- Schaeffer, D.L., 1980. A model evaluation methodology applicable to environmental assessment models. *Ecol. Model.* 8: 275-295.
- VISIONROBOTICS, 2017. Intelligent Autonomous Grapevine Pruner. <https://www.visionrobotics.com/vr-grapevine-pruner>. Acedido em 12 June 2017.
- VITIROVER, 2017. Découvrez le VitiRover. <http://www.vitirover.com/fr>. Acedido em 12 Junho 2017.

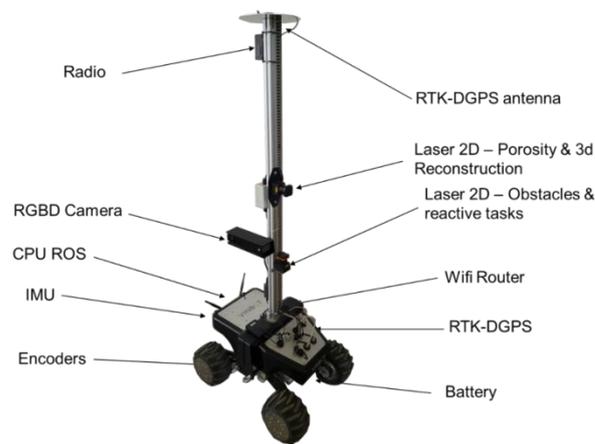


Figura 1 - Aspecto geral do protótipo do robô Vinbot e respectivas componentes.

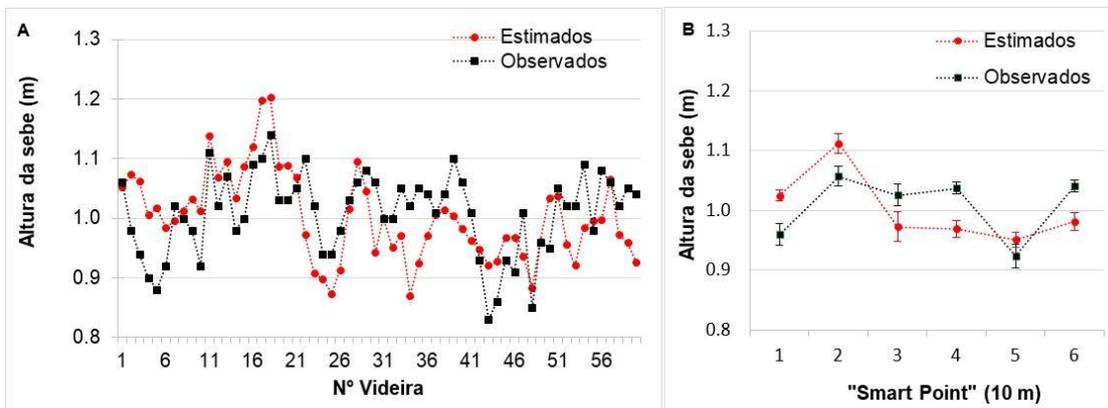


Figura 2 - Valores observados vs estimados da altura da sebe obtidos à maturação na casta *Alvarinho* em 6 blocos de 10 videiras (A) e média \pm erro padrão por bloco de 10 videiras (B).

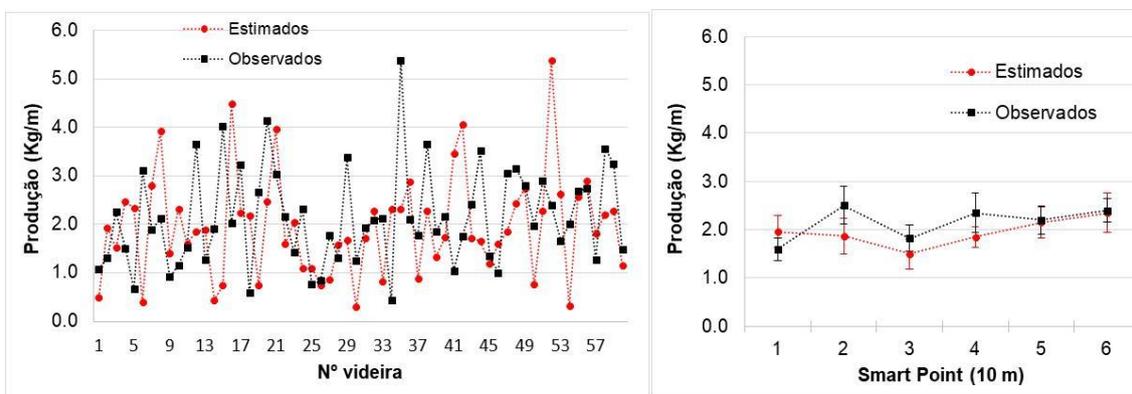


Figura 3 - Valores observados vs estimados da produção obtidos em 60 videiras (6 grupos de 10 videiras contíguas - “smart point”) da casta *Alvarinho* (A) e média \pm erro padrão por “smart point” (B).

Quadro 1 - Dados estatísticos referentes à validação dos valores das características da sebe. EMA –erro médio absoluto; EPAM- erro percentual absoluto médio; EQM – erro quadrático médio. n=60; “smart point”: grupo de 10 videiras contíguas. n=60.

Característica da sebe	Observados	Estimados	EAM	EPAM (%)	EQM
Altura (m)	1.01	1.00	0.06	6.2	0.07
Área foliar exposta (m ² /m)	2.43	2.45	0.13	5.4	0.15
Volume (m ³ /m)	0.42	0.45	0.05	14.1	0.07

Quadro 2 - Dados estatísticos referentes à validação dos valores da produção. EM – erro médio; EMA –erro absoluto médio; EPAM- erro percentual absoluto médio; EQM – erro quadrático médio. n=60; “smart point”: grupo de 10 videiras contíguas.

Grupo dados	Observado (kg/m)	Estimado (kg/m)	EM (kg/m)	EMA (kg/m)	EPAM (%)	EQM (kg/m)
média 60 videiras	2.15	1.95	0.2	1.1	64.0	1.4
média “smart point” (n=6)	2.15	1.95	0.2	0.32	15.2	0.39

Qualidade de azeites de oliva comercializados em Maringá

Robinson Luiz Contiero¹, Cassia Ines Lourenzi Franco², Osnil Alves Camargo Junior³, Lilian Yukari Yamamoto⁴ & Kamila Ulchak Meira⁵

¹ Universidade Estadual de Maringá, Maringá/Paraná/Brasil, rcontiero@gmail.com

² Universidade Estadual de Maringá, Maringá/Paraná/Brasil, cassialourenzi@gmail.com

³ Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava/Paraná/Brasil, osniljr@hotmail.com

⁴ Universidade Estadual de Maringá, Maringá/Paraná/Brasil, lilianyamamoto@yahoo.com.br

⁵ Universidade Estadual de Maringá, Maringá/Paraná/Brasil, kamilla_ulchak19@hotmail.com

Resumo

Para que o azeite de oliva seja comercializado, precisa apresentar-se dentro dos padrões vigentes, com base em análises físico-químicas que o qualificarão. O trabalho teve por objetivo avaliar as características químicas de sete marcas de azeite comercializados no município de Maringá, Estado do Paraná, Brasil e comparar com os valores da rotulagem e com a legislação vigente. Foram analisados o teor de acidez, a umidade, o índice de iodo (Wijs), o índice de peróxidos a cor e o rótulo de 7 amostras de azeites (5 azeites extravirgens e 2 óleos de bagaço de azeitona) adquiridas no comércio de Maringá, durante o período de janeiro a abril de 2017. As análises foram realizadas no laboratório de Plantas Medicinais da Universidade Estadual de Maringá. Com relação à acidez em ácido oleico e umidade, todas as amostras encontraram-se adequadas aos padrões determinados pela RDC n° 270, pelo Codex Alimentarius e pelo C.O.I. Com relação ao índice de peróxidos, as duas amostras de óleo de bagaço de azeitona apresentaram valores superiores aos determinados pelos órgãos regulamentadores. Já com relação ao índice de iodo, uma das amostras de azeite extravirgem apresentou valor superior ao determinado pela legislação. Quando comparados com os valores da rotulagem, apenas 1 amostra de azeite extravirgem não apresentou conformidade com a legislação. Já com relação à rotulagem nutricional, duas amostras de azeite extravirgem e uma amostra de óleo de bagaço de azeitona não atenderam à legislação pertinente.

Palavras-chave: *Olea europaea*, padrão de identificação, qualidade, rotulagem, legislação.

Abstract

Quality of olive oil marketed in Maringá

In order for olive oil to be marketed, it must present itself within the current standards, based on physico-chemical analyzes that will qualify it. The objective of this study was to evaluate the chemical characteristics of seven olive oil brands marketed in the city of Maringá, State of Paraná, Brazil, and compare it with the values of the labeling and the current legislation. The acidity, moisture, iodine index (Wijs), peroxide index, color and the label of 7 olive oil samples (5 extra virgin olive oils and 2 olive pomace oils) were analyzed in the Maringá trade center from January to April, 2017. The analyzes were carried out in the Laboratory of Medicinal Plants of the State University

of Maringá. With regard to acidity in oleic acid and moisture, all samples were found to conform to the standards determined by RDC No. 270, Codex Alimentarius and C.O.I. Regarding the peroxide index, the two samples of olive-pomace oil presented higher values than those determined by the regulatory agencies. Regarding the iodine index, one of the samples of extra virgin olive oil had a value higher than that determined by the legislation. When compared to the labeling values, only 1 sample of extra virgin olive oil did not comply with the legislation. Regarding nutritional labeling, two samples of extra virgin olive oil and one sample of olive-pomace oil did not comply with the relevant legislation.

Keywords: *Olea europaea*, identification standard, quality, labeling, legislation.

Introdução

A oliveira (*Olea europaea* L., Família Oleaceae) é uma planta originária da Bacia do Mediterrâneo, sendo introduzida no Brasil por imigrantes europeus por volta de 1820. O nome genérico *Olea* vem do latim oliva (oliva, azeitona) ou do grego elai que significa óleo. Do fruto maduro da oliveira, a oliva (azeitona), extrai-se o azeite de oliva. Consome-se também o fruto em conserva, uma fonte econômica mundial de expressão nas indústrias alimentícias. O fruto fresco contém água (40-45%), glicídios (10-20%) e lipídeos (30% do fruto inteiro, e 50% na polpa) (Oliveira et al., 2003).

As variedades de azeitonas mais comuns possuem 75% de ácido oleico (ácido graxo ω -9 monoinsaturado), 10% de ácido palmítico (ácido graxo saturado) e 9% de ácido linoleico, o que lhe confere propriedades nutricionais específicas, pois quando indivíduos possuem o hábito de consumir ácidos graxos ω -9 reduzem a incidência de doenças coronarianas quando comparados com aqueles que consomem gorduras saturadas (Alba, 2008; Peixoto et al., 1998).

Para se avaliar a pureza e a qualidade do azeite de oliva, a UNIÃO EUROPÉIA (1991) estabeleceu, além dos limites para a composição química, categorias de classificação mais específicas para comercialização e rotulagem. O azeite de oliva virgem é obtido somente por prensagem, incluindo apenas processos de lavagem, decantação, centrifugação e filtração, em condições que não levem a alterações do óleo. O azeite de oliva extravirgem ("extra virgin olive oil") deve apresentar "flavor" absolutamente perfeito e acidez máxima, expressa em ácido oléico, de $1\text{g } 100\text{g}^{-1}$. O azeite de oliva virgem ("fine virgin olive oil" apresenta "flavor" absolutamente perfeito e acidez máxima de $2\text{g } 100\text{g}^{-1}$. O azeite de oliva virgem corrente ("semi-fine virgin olive oil" ou "ordinary virgin olive oil") apresenta bom flavor e acidez de até $3,3\text{g } 100\text{g}^{-1}$. O azeite de oliva lampante, com acidez superior a 3,3%, não é consumido diretamente e deve ser submetido ao refino. A categoria de azeite de oliva ("olive oil") consiste de misturas de azeite de oliva virgem (exceto lampante) e óleo de oliva refinado. Após a extração por prensagem, a torta pode sofrer extração por solvente, resultando em um óleo classificado como "crude olive pomace oil" ou "crude olive residue oil", também chamado na Espanha de "azeite de orujo" e na Itália de "sansa". Este último é submetido ao processo de refino e tem sido adicionado ao azeite de oliva virgem, mas sendo comercializado com a classificação específica, de "olive pomace oil" ou óleo de oliva de extração refinado (BOSKOU, 1996).

O azeite de oliva é encontrado no mercado varejista brasileiro sob diversas marcas comerciais, com diferentes padrões e preços. Possui sabor característico e, quando consumido com frequência, é benéfico à saúde humana. Como é um produto natural, seu preço para comercialização é alto, comparado a outros óleos. Por isso,

torna-se comum sua mescla com outros ingredientes para diminuição de custos, mas geralmente com perda de qualidade, representada por um conjunto de características que permitem sua apreciação, como igual, pior ou melhor que outro produto da mesma espécie (Oliveira et al., 2009).

Para que o azeite de oliva seja comercializado, precisa apresentar-se dentro dos padrões vigentes, com base em análises físico-químicas que o qualificarão (Aued-Pimentel et al., 2008). As características físico-químicas do azeite de oliva variam de acordo com o solo, clima, práticas culturais, variedades, estado de maturação do fruto, dentre outros. O consumo frequente de azeite de oliva apresenta vários benefícios à saúde do homem, sendo que os mais comumente relatados são as menores prevalências na população humana de algumas enfermidades e alguns tipos de câncer (Benedico et al., 2002).

O presente trabalho tem por objetivos verificar as características físico-químicas de diferentes marcas de azeite de oliva comercializadas em Maringá, PR, Brasil.

Material e Métodos

Foram utilizadas marcas comerciais de azeite de oliva monovarietais e “blends” (azeites de diferentes variedades), adquiridas em diferentes pontos de venda do município de Maringá.

Determinação da acidez: De acordo com o Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2008), a determinação da acidez pode fornecer um dado importante na avaliação do estado de conservação de óleos. Para determinação do índice de acidez foi utilizado o método titulométrico, a partir de solução básica de Hidróxido de sódio 0,1 M. A amostra titulada será a partir de 2 g de azeite com 25 mL de solução éter etílico-álcool na proporção 2:1. Todas as análises serão realizadas em triplicata.

Determinação do índice de peróxido: Este método determina todas as substâncias, em termos de miliequivalentes de peróxido por 1 kg de amostra, que oxidam o iodeto de potássio nas condições teste. Para essa análise também foi utilizado método titulométrico, segundo instrução do American Oil Chemists Society A.O.C.S. (1992) com análises realizadas em triplicata.

Determinação do índice de iodo pelo método de Wijs: O índice de iodo de um óleo é a medida do seu grau de insaturações e é expresso em termos do número de centigramas de iodo absorvido por grama da amostra (% iodo absorvido). A determinação do índice de iodo foi realizada pelo método de Wijs, descrito pela metodologia A.O.C.S. (1992), a qual sugere método titulométrico de análise pelo reagente tiosulfato de sódio, sendo que todas as análises serão realizadas em triplicata.

Determinação do índice de extinção específica: Para a determinação do índice de extinção específica foram dissolvidos 0,25 g de amostra em 25 mL de ciclohexano, grau espectrofotométrico. A solução foi adicionada numa cubeta de quartzo, com 1 cm de caminho óptico e, então determinadas as absorbâncias a 232 nm e 270 nm, usando o mesmo solvente como referência.

Determinação do índice de umidade: A determinação da umidade e matéria volátil é um dos parâmetros legais para a avaliação da qualidade de óleos e gorduras, sendo realizada por aquecimento direto a 105°C.

Resultados e Discussão

O Quadro 1 mostra a determinação dos principais índices físico-químicos das amostras de azeite analisadas.

A partir dos resultados para o índice de acidez, pode-se observar que todas as amostras analisadas apresentaram-se dentro dos limites estipulados pela legislação.

O parâmetro acidez está diretamente relacionado com a natureza e qualidade da matéria-prima (fruto ou semente), com a qualidade e o grau de pureza do lipídeo e com o processamento (Bonissoni et al., 2016). É formada como resultado da degradação da estrutura celular do fruto, quando normalmente o óleo contido nos vacúolos entra em contato com enzimas celulares, liberando ácidos graxos (Mello & Pinheiro, 2012). A acidez pode ser influenciada pela maturação e estocagem das azeitonas, ação enzimática, qualidade da azeitona (se está danificada por pragas, danificada ou fermentada), sistema de obtenção do azeite virgem (centrifugação ou prensagem), tipo de extração do azeite e processo de refino (Ramirez-Tortosa et al., 2006).

O teor de acidez é um parâmetro físico-químico importante na classificação do azeite, porém a análise isolada deste parâmetro não é suficiente para julgar a qualidade em termos de intensidade e diversidade de aromas e sabores (Mello & Pinheiro, 2012). Este atributo está associado aos componentes naturais e é característico da variedade, estágio de maturação da azeitona, do microclima da região produtora e das características do terreno em que a oliveira está implantada e das condições climáticas a que foi submetido o olival durante aquela safra (Goulas et al., 2010).

A principal forma de deterioração dos óleos consiste na oxidação, que ocorre quando o oxigênio atmosférico é dissolvido no óleo e reage com os ácidos graxos insaturados, que tanto são mais reativos quanto maior número de insaturações em suas cadeias (Mello & Pinheiro, 2012). É um processo natural e a taxa de deterioração dependerá da quantidade de antioxidantes presentes. O índice de peróxido é o método que expressa o estado inicial de oxidação do azeite e, também, que indica a deterioração que podem ter sofrido certos componentes de interesse nutricional, como a vitamina E. A determinação do índice de peróxido baseia-se na determinação de todas as substâncias que oxidam o iodeto de potássio a iodo em meio ácido. Estas substâncias são consideradas como sendo peróxidos ou produtos similares provenientes do processo de oxidação lipídica (Machado et al., 2006) que em concentração razoável podem ser determinados por titulação volumétrica. Nas amostras analisadas, o índice de peróxido situou-se dentro da faixa característica para azeite de oliva extra-virgem (amostras 1, 2, 3, 4 e 5). Já as duas amostras de óleo de bagaço de azeitona apresentaram valores superiores aos determinados pelos órgãos regulamentadores.

O índice de iodo mede o grau de insaturação dos ácidos graxos presentes na amostra de azeite (Bonissoni et al., 2016). Na prática, o índice é determinado pela quantidade de halogênio absorvido e, convenientemente é expresso como o peso de iodo absorvido por 100 g de amostra. (AOCS, 2004) De acordo com o *Codex Alimentarius* (Codex Alimentarius Commission, 2011), o índice de iodo possibilita também a identificação de possíveis adulterações pela mistura com óleos vegetais diferentes. Com relação à análise deste parâmetro, uma das amostras de azeite extravirgem (amostra 4) apresentou valores superiores aos determinados pela legislação.

Quanto aos resultados de umidade, todas as amostras apresentaram valores dentro do limite estipulado pela legislação.

Para o parâmetro cor, todas as amostras analisadas enquadraram-se dentro da definição de “líquido viscoso, translúcido, límpido, de cor amarelo-esverdeado” e “líquido viscoso, translúcido, límpido, de cor amarelo dourado”, tendo como parâmetro a Resolução nº 270, de 22/09/2005, da ANVISA/MS.

Segundo Mello & Pinheiro (2012), são vários os fatores que podem influenciar a qualidade do azeite de oliva, além dos fatores relacionados ao ambiente e variedade,

destacando-se o estado de maturação do fruto no momento da colheita, acidez, tempo de processamento das azeitonas após a colheita, condições de extração e processamento. Segundo os autores, a caracterização físico-química do óleo permite avaliar os aspectos citados, além de permitir o estabelecimento da identidade e determinação do grau de pureza de um determinado azeite. Esta caracterização é feita através do conhecimento de vários parâmetros específicos, sendo os mais comuns a determinação dos índices de iodo, saponificação, peróxidos, Bellier, refração, determinação da densidade relativa, absorvidade específica em 232 nm e 270 nm, acidez e da composição em ácidos graxos. Os resultados destes parâmetros interpretados em conjunto e comparados com a legislação específica é que são utilizados para classificação e avaliação dos azeites de oliva.

No Brasil, a legislação que regulamenta o produto azeite de oliva é a Resolução RDC ° 270, de 22/09/2005, da ANVISA/MS (Brasil, 2005). De acordo com a norma brasileira, que é compatível com as normas internacionais como o *Codex Alimentarius* e as normas do COI, o azeite de oliva é classificado em tipos, de acordo com níveis máximos de acidez que variam entre 0,3 e 3,3 em ácido oleico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$). Os valores de acidez estabelecidos para os diferentes tipos de azeite de oliva são relacionados com os modos de obtenção (extração mecânica e/ou por solventes), se sofreram refinação ou se são misturas. O azeite virgem de oliva consiste no azeite virgem obtido do fruto da oliveira unicamente por processos mecânicos ou por outros meios físicos, particularmente em condições térmicas que não levem à deterioração do azeite e que não tenham sido submetidos a outro tratamento que não a lavagem, decantação, centrifugação e filtragem (Brasil, 2005; International Olive Oil Council, 2011; Codex Alimentarius Commission, 2011). Constituem nos produtos do gênero de maiores preços de mercado (Mello & Pinheiro, 2012). Dividem-se em azeite virgem extra, fino ou comum, conforme o grau de acidez, expresso em ácido oleico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$): azeite de oliva virgem extra $\leq 0,8 \text{ g}\%$, azeite virgem fino $\leq 2,0 \text{ g}\%$, azeite virgem comum $\leq 3,3 \text{ g}\%$. O azeite virgem extra é considerado o azeite de mais alta qualidade dentre os três tipos. O azeite de oliva refinado é obtido pelo refino do azeite virgem de oliva, com acidez máxima permitida igual a $0,3 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. A denominação de azeite de oliva somente é reservada para o produto constituído pela mistura de azeite de oliva refinado com azeite de oliva extra, fino ou comum e deverá apresentar uma acidez máxima igual a $1,0 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. Tanto o azeite de oliva refinado quanto o azeite de oliva são de qualidade inferior devido principalmente a perda dos compostos responsáveis pelo sabor e aroma do azeite durante o processo de refino.

O óleo de bagaço de oliva é o produto obtido do bagaço do fruto da oliveira (*Olea europaea* L.) tratado fisicamente ou com solvente, excluído todo e qualquer óleo obtido por processo de reesterificação ou pela mistura com outros óleos, independentemente de suas proporções, devendo ser refinado quando destinado ao consumo humano (Brasil, 2012). Sua acidez máxima não deverá ser superior a $0,3 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$.

Conclusões

Com relação ao índice de peróxidos, as duas amostras de óleo de bagaço de azeitona apresentaram valores superiores aos determinados pelos órgãos regulamentadores. Já com relação ao índice de iodo, uma das amostras de azeite extravirgem apresentou valor superior ao determinado pela legislação. Quando comparados com os valores da rotulagem, apenas 1 amostra de azeite extravirgem não apresentou conformidade com a legislação. Já com relação à rotulagem nutricional, duas

amostras de azeite extravirgem e uma amostra de óleo de bagaço de azeitona não atenderam à legislação pertinente.

Referências

- Alba, J. 2008. Elaboración del aceite de oliva virgen. In: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (Ed.). El cultivo del olivo. 6. ed. Madri: Mundi-Prensa-Junta de Andalucía, p.657-697.
- AOCS – American Oil Chemists Society. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign: AOCS, 1992.
- AOCS – American oil Chemists Society. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign, IL: American Oil Chemists Society, 2004.
- Aued-Pimentel, S., Takemoto, E., Kumagai & E.E., Cano, C.B. 2008. Determinação da diferença entre o valor real e o teórico do triglicerídeo ECN 42 para a detecção de adulteração em azeites de oliva comercializados no Brasil. Revista Química Nova 31(1): 31-34.
- Benedico, E.C., Pérez, C.A. & Martinez, D.S. 2002 Aceite de oliva virgen: ¿Qué debe saber el profesional de atención primaria? Centro de Salud de Biescas 10970: 391-395.
- Bonissoni, C., Feltes, M.M.C., Rosa, A.D., Dors, G.C., Block, J.M., Da Croce, D.M. & Gonzalez, S.L. 2016. Caracterização e avaliação da estabilidade oxidativa de amostras de azeite de oliva produzidas na EPAGRI/CEPAF, Chapecó/SC. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Gramado/RS, 24-27 Outubro. 6p.
- Boskou, D. 1996. Olive oil chemistry and technology. AOCS Press, Champaign, IL. 154p.
- Brasil. 2008. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª ed. 1ª edição digital. São Paulo: IMESP.
- Brasil. 2005. Resolução nº 270, de 22 de setembro de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo. Brasília, DF, 23 set.
- Brasil. 2012. Instrução Normativa nº 1, de 30 de janeiro de 2012. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo. Brasília, DF, 1 dez
- Codex Alimentarius Commission. 2003. Codex standards for olive oils and olive pomace oil: CODEX STAN 33-1981 (rev. 2-2003). Roma: FAO/WHO.
- Goulas, V., Papatí, V.T., Exarchou, V., Tsimidouand, M.Z. & Gerothanassis, I.P. 2010. Contribution of flavonoids to the overall radical scavenging activity of olive (*Olea europaea* L.) leaf polar extracts. J. Agric. Food Chem. 58(6): 3303-3308.
- International Olive Oil Council. 2011. Trade standard applying to olive oil and olive-pomace oil. COI/T.15/NC n.3/Rev. 5.
- Machado, G.C., Chaves, J.B.P. & Antoniassi, R. 2006. Composição em ácidos graxos e caracterização físico-química de óleos hidrogenados de coco babaçu. Ceres 53(308): 463-470.
- Mello, L.D. & Pinheiro, M.F. 2012. Aspectos físico-químicos de azeites de oliva e de folhas de oliveira provenientes de cultivares do RS, Brasil. Alim. Nutr. 23(4): 537-548.
- Oliveira, A.F., Pasqual, M., Chalfun, N.N.J., Regina, M. de A. & Rincón, C.D.R. 2003. Enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira sob diferentes épocas, substratos e concentrações de ácido indolbutírico. Ciência e Agrotecnologia 27(1): 117-125.

- Oliveira, A.F., Vieira Neto, J., Gonçalves, E.D. & Mesquita, H.A. de. 2009. Pioneirismo marca pesquisa sobre oliveira em Minas Gerais. Informe Agropecuário 30: 109-117.
- Peixoto, E.R.M., Santana, D.M.N. & Abrantes, S. 1998. Avaliação dos índices de identidade e qualidade do azeite de oliva: Proposta para atualização da legislação brasileira. Ciência e Tecnologia de Alimentos 18(4): 444-452.
- Ramirez-Tortosa, C., Granados, S. & Quiles, J.L. 2006. Chemical composition, types and characterization of olive oil. In: Quiles, J.L., Ramirez-Torton, C. & Yaqoob, P. (Ed.). Olive oil and health. London: CABI, cap. 2.
- União Européia - Diário Oficial das Comunidades Européias. 1991. Regulamento para os azeites de oliva e azeites de bagaço de oliva. Regulamentos da Comunidade Económica Européia, Jornal das Comunidades Européias.

Quadro 1 - Valores médios dos parâmetros físico-químicos dos azeites de oliva comercializados em Maringá analisados, em comparação com a legislação.

Análises	Índice de acidez (% em ácido oleico)	Índice de peróxidos (mEqO ₂ kg ⁻¹)	Índice de iodo (Wijs) (% iodo absorvido)	Umidade (%)	Atributos de cor
Amostra 1	0,39	19,41	86,04	0,0616	<i>L</i> *: 84,89 <i>a</i> *: -7,22 <i>b</i> *: 32,00
Amostra 2	0,38	8,62	92,98	0,0626	<i>L</i> *: 89,41 <i>a</i> *: -5,53 <i>b</i> *: 23,47
Amostra 3	0,66	19,78	78,76	0,0346	<i>L</i> *: 81,29 <i>a</i> *: -6,31 <i>b</i> *: 23,47
Amostra 4	0,64	9,11	120,56	0,0762	<i>L</i> *: 85,31 <i>a</i> *: 1,05 <i>b</i> *: 6,92
Amostra 5	0,36	13,58	79,61	0,0220	<i>L</i> *: 89,03 <i>a</i> *: -0,62 <i>b</i> *: 10,71
Amostra 6	0,23	12,45	74,53	0,0761	<i>L</i> *: 90,01 <i>a</i> *: 0,54 <i>b</i> *: 6,74
Amostra 7	0,30	9,93	74,87	0,1172	<i>L</i> *: 88,78 <i>a</i> *: 2,48 <i>b</i> *: 3,89
CODEX (2003)	≤ 0,8	≤ 20	75 - 94	0,20	-
MAPA (2012)	≤ 0,8	≤ 20	75 - 94	≤ 0,20	-

Qualidade de azeites de oliva extravirgens produzidos no Brasil

Adelia F. Faria-Machado¹, Allan E. Wilhelm¹, Andréa M.M. Guedes¹, Adelson F. Oliveira², Luiz Fernando O. da Silva³, Emerson D. Gonçalves³, Rogério O. Jorge⁴, Marcelo Scofano⁵, Humberto R. Bizzo¹ & Rosemar Antoniassi¹

¹ Embrapa Agroindústria de Alimentos, Avenida das Américas 29501, CEP 23020-470, Rio de Janeiro/RJ, Brasil, adelia.faria-machado@embrapa.br

² Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG – CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000, Lavras/MG, Brasil, adelson@epamig.ufla.br

³ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG – CTSM, R. Washington Alvarenga Viglione s/n, CEP 37517-000, Maria da Fé/MG, Brasil, luiz.oliveira@epamig.br, emerson@epamig.br

⁴ Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR 392, km 78, Caixa Postal 403, CEP 96010-971, Pelotas/RS, Brasil, rogerio.jorge@embrapa.br

⁵ Estilo Gourmet, Av. Engenheiro Richard 24, CEP 20561-096, Rio de Janeiro/RJ, Brasil, eg.saberculinario@gmail.com

Resumo

Diante da demanda crescente de azeites de oliva extravirgem no Brasil, que está entre os dez maiores importadores do mundo, e com a identificação de regiões com condições edafoclimáticas propícias à olivicultura, a produção de azeites de oliva a partir de azeitonas cultivadas no país tem crescido nos últimos anos. Os principais Estados produtores, atualmente, são Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo, onde já existem olivais com produção comercial implantados. A caracterização desses azeites ao longo de safras consecutivas se faz necessária para verificar se o produto brasileiro atende às normas internacionais para o padrão de identidade e qualidade de azeite de oliva. Nesse sentido, azeites de oliva extra virgem produzidos no Brasil, em diferentes locais, nas safras de 2015, 2016 e 2017, foram avaliados quanto ao padrão de qualidade e composição em ácidos graxos. Foram avaliadas 43 amostras obtidas junto aos produtores entre azeites monovarietais (variedades Arbequina, Arbosana, Barnéa, Coratina, Frantoio, Grappolo, Koroneiki, Mazanilla, Mission e Picual) e *blends*. Os valores de extinção (K_{270nm}), índice de peróxidos e acidez (em ácido oleico) foram, respectivamente, de 0,09-0,21, 4,9-15,4 meq/kg e 0,1-0,6 %. Os conteúdos de ácido oleico (C18:1), linoleico (C18:2) e palmítico (C16:0) nos azeites analisados variaram, respectivamente, de 63,8 a 82,1 %, de 4,1 a 12,3 % e de 8,8 a 17,0 %. O padrão de qualidade, bem como a composição em ácidos graxos de todos os azeites analisados atenderam aos limites estabelecidos para azeite de oliva extra virgem pela legislação brasileira, *Codex Alimentarius* e pelo regulamento do “International Olive Oil Council” (IOC).

Palavras-chave: azeites de oliva brasileiros, ácidos graxos, olivicultura, Rio Grande do Sul, Serra da Mantiqueira.

Abstract

Quality of extra virgin olive oil produced in Brazil.

The production of olive oils from olives grown in Brazil has been increasing over recent years as a consequence of both the growing demand for extra-virgin olive

oil in Brazil, which is among the ten largest importers in the world, and the identification of regions with favorable soil and climatic conditions to olive cultivation. Currently the main producing states are Rio Grande do Sul, Minas Gerais and São Paulo. In order to verify if the Brazilian product meets the international olive oil standards for identity and quality characteristics, the characterization of these oils along consecutive harvests is necessary. In this work, extra-virgin olive oils produced in Brazil, in different locations, during the harvests of 2015, 2016 and 2017, were evaluated for quality parameters and fatty acid profile. Forty three samples obtained from monovarietal olive oils (cultivars Arbequina, Arbosana, Barnéa, Coratina, Frantoio, Grappolo, Koroneiki, Mazanilla, Mission and Picual) and blends were assessed. The results of absorbency in ultra-violet (K_{270nm}), peroxide index and acidity (in oleic acid) were, respectively, 0.09-0.21, 4.9-15.4 meq/kg and 0.1-0.6 %. The contents of oleic (C18:1), linoleic (C18:2) and palmitic (C16: 0) acids ranged from 63.8 to 82.1 %, 4.1 to 12.3 % and 8.8 to 17.0 %, respectively. Quality parameters, as well as the fatty acid composition of all analyzed olive oils, met the limits established by the Brazilian legislation, *Codex Alimentarius* and the International Olive Oil Council (IOC) trade standard.

Keywords: Brazilian olive oils, fatty acids, olive culture, Rio Grande do Sul, Serra da Mantiqueira.

Introdução

O consumo de azeite de oliva no Brasil é crescente, mas a maior parte da demanda ainda é suprida pela importação, que alcançou quase 76 mil toneladas em 2012 (73,5 mil toneladas de azeite de oliva virgem), colocando o Brasil como o sétimo maior importador de azeite de oliva do mundo (FAO, 2015).

Diante da demanda crescente por azeites de oliva e da expansão da olivicultura no país, pesquisadores da Embrapa Clima Temperado e da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) têm trabalhado há alguns anos na adaptação de cultivares de oliveira às condições edafoclimáticas brasileiras, bem como no desenvolvimento de novas cultivares por meio de melhoramento genético, de modo a obter cultivares promissoras para o desenvolvimento da olivicultura no país. Como parte dessas pesquisas, a EPAMIG, em sua Fazenda Experimental em Maria da Fé (FEMF), acompanha o comportamento de uma coleção de plantas de oliveiras cultivadas em banco de germoplasma (BAG) com resultados promissores (Oliveira et al., 2006).

Em função das características de solo e climas regionais, particularmente com relação à ocorrência de baixas temperaturas, foram realizados plantios comerciais nas Regiões Sul e Sudeste do país, especialmente nos Estados de Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo (Villa & Oliveira, 2012).

Dados a respeito da produção de azeite de oliva no Brasil ainda são difusos. Segundo o levantamento feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), na safra de 2015 foram colhidas 520 toneladas de azeitonas. Como praticamente toda a azeitona produzida no Brasil é destinada para extração de azeite, estima-se que em 2015 foram produzidos cerca de 65 mil litros de azeite de oliva.

Dados a respeito da caracterização físico-química dos azeites de oliva extra virgem produzidos no Brasil são escassos, e o registro adequado dessas informações, quando geradas, é ainda mais raro. Sendo que a caracterização desses azeites ao longo

de safras consecutivas se faz necessária para verificar se o produto brasileiro atende às normas internacionais para o padrão de identidade e qualidade de azeite de oliva.

Algumas cultivares de oliveira do BAG mantido pela EPAMIG na FEMF foram caracterizadas quanto à composição em ácidos graxos (Oliveira et al., 2010; Silva et al., 2012), sendo que pelo menos 9 de 32 cultivares analisadas apresentaram alguma divergência em relação aos limites estabelecidos para azeites de oliva pelo International Olive Oil Council (IOC, 2013), *Codex Alimentarius* (2003), União Europeia (EU, 2013) e Ministério da Agricultura (MAPA) (BRASIL, 2012). Em azeites de oliva comerciais produzidos em Minas Gerais, na safra de 2013, foi observado por Bizzo et al. (2014) que o teor de ácido linolênico foi maior que o limite de 1 % para duas das 5 amostras avaliadas. Não foram encontrados registros a respeito do acompanhamento do padrão de qualidade de azeites de oliva extra virgem brasileiros produzidos em escala comercial.

Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar parâmetros de qualidade, bem como a composição em ácidos graxos, de azeites de oliva extra virgem produzidos em diferentes regiões do Brasil.

Material e Métodos

Foram analisadas 43 amostras de azeite de oliva extra virgem distribuídas entre azeites monovarietais (variedades Arbequina, Arbosana, Barnéa, Coratina, Frantoio, Grappolo, Koroneiki, Mazanilla, Mission e Picual) e *blends*, das safras de 2015, 2016 e 2017, produzidos no Rio Grande do Sul e na Serra da Mantiqueira (que inclui parte do estado de Minas Gerais e parte do estado de São Paulo). Parte dos azeites analisados foi produzida pela EPAMIG e outra parte obtida junto a produtores, com o cuidado de se assegurar a procedência dos azeites quanto à origem das azeitonas utilizadas na extração. As amostras foram enviadas ao Laboratório de Óleos Graxos da Embrapa Agroindústria de Alimentos, onde foram imediatamente analisadas quanto aos parâmetros de qualidade. Os azeites foram mantidos sob congelamento (-18 °C) até a realização da análise de composição em ácidos graxos, para a qual os mesmos foram fundidos a temperatura ambiente durante uma noite.

As análises de índice de peróxidos (IP), acidez e valor de extinção no ultravioleta (K_{270nm}) foram realizadas de acordo com os métodos oficiais da AOCS (2009).

Para a análise de composição em ácidos graxos, a metilação dos azeites foi realizada segundo o método Hartman e Lago (1973). A cromatografia em fase gasosa (GC) foi realizada em cromatógrafo Agilent 7890A com detector de ionização por chama (FID) operado a 280 °C. Utilizou-se coluna capilar HP FFAP (25 m x 0,2 mm x 0,30 µm) e programação de temperatura conforme descrito: temperatura inicial de 150 °C por 1 min; de 150 a 180 °C com rampa de 30 °C/min; de 180 a 200 °C com rampa de 20 °C/min; de 200 a 230 °C com rampa de 3 °C/min e na temperatura final de 230 °C por 10 min. Utilizou-se rampa de pressão conforme descrito: pressão inicial 15 psi por 10 min; de 15 a 25 psi com rampa de 5 psi/min e pressão final de 25 psi por 11 min. Foi injetado 1 µL de amostra em injetor aquecido a 250 °C operado no modo de divisão de fluxo de 1:50. A identificação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada por comparação dos tempos de retenção com padrões da NU-CHEK (Elysian, MN) e a quantificação realizada por normalização interna.

As análises foram realizadas em triplicata.

Resultados e Discussão

A Figura 1 (A, B e C) ilustra as faixas de variação para os parâmetros de qualidade avaliados (IP, acidez e K_{270nm} , respectivamente) dos azeites de oliva nas diferentes safras (2015, 2016 e 2017). Em geral, as faixas de variação não sofreram alteração significativa de uma safra para outra, mas mantiveram-se com uma amplitude bastante grande, alcançando valores máximos próximos aos limites estabelecidos nas normas internacionais para azeites de oliva extra virgem.

Entende-se que esses resultados são um reflexo da fase de implantação pela qual ainda está passando a olivicultura no Brasil. Alguns produtores já estão bem estabelecidos e já conseguiram ajustar razoavelmente bem seus sistemas de produção de modo a obter um produto com boas características de qualidade e boa estabilidade, enquanto outros ainda estão ajustando as condições de trabalho (manejo das oliveiras, colheita das azeitonas, condições de extração, filtração e armazenamento do azeite) e, por isso, nem sempre conseguem manter o mesmo padrão de qualidade ou ainda conseguem obter um produto com baixos valores iniciais de IP, acidez e K_{270nm} , mas que não tem boa estabilidade ou não é acondicionado da forma adequada e acaba sofrendo degradação durante o armazenamento.

Em azeites de oliva brasileiros obtidos a partir de azeitonas cultivadas em campo experimental em Maria da Fé, Minas Gerais, utilizando sistema Abencor, Silva et al. (2012) relataram valores de IP, acidez (em ácido oleico) e K_{270nm} nas faixas de 5,8-19,5 meq/kg, 0,2-0,7 % e 0,05-0,21, respectivamente, para as amostras que atenderam aos limites estabelecidos para a categoria extra virgem (25 das 32 amostras avaliadas no trabalho). Faixas de variação similares foram encontradas por Oliveira et al. (2010) para azeites de oliva brasileiros extraídos por prensagem (escala piloto) a partir de azeitonas cultivadas no mesmo campo experimental em Maria da Fé, Minas Gerais, cujos valores de IP, acidez (em ácido oleico) e K_{270nm} foram, respectivamente, 4,4-15,8 meq/kg, 0,4-0,6 % e 0,02-0,22, para as amostras de azeite de acordo com os limites para azeite extra virgem (5 das 7 amostras avaliadas no trabalho).

Em relação à composição em ácidos graxos, todos os azeites de oliva analisados apresentaram valores de acordo com os limites estabelecidos pela legislação brasileira, *Codex Alimentarius* e no regulamento do “International Olive Oil Council” (IOC), inclusive para o conteúdo de ácido linolênico (C18:3), cujo maior valor foi de 0,97 %. Conforme comentado anteriormente, em avaliações da composição em ácidos graxos de azeites de oliva brasileiros relatadas em outros trabalhos (Bizzo et al., 2014; Oliveira et al., 2010), nas amostras em que foi observada divergência em relação às normas internacionais para azeites de oliva, essa divergência incluía concentrações de C18:3 acima do limite de 1 % (BRASIL, 2012; EU, 2013; IOC, 2013).

Os conteúdos de ácido oleico (C18:1), linoleico (C18:2) e palmítico (C16:0) variaram, respectivamente, de 63,8 a 82,1 %, de 4,1 a 12,3 % e de 8,8 a 17,0 %. Como não foi possível analisar o mesmo número de amostras para cada variedade de azeitona em cada safra, os resultados dos conteúdos dos principais ácidos graxos presentes nos azeites de oliva foram agrupados por localização geográfica: Rio Grande do Sul (RS) e Serra da Mantiqueira (SM), sendo esses resultados apresentados na Figura 2.

Os resultados obtidos para os azeites analisados neste trabalho indicam uma tendência de os azeites da variedade Arbequina produzidos no Rio Grande do Sul apresentarem menor conteúdo de ácido oleico (conteúdo médio de 67,1 %) e maior conteúdo de ácido linoleico (conteúdo médio de 10,2 %), quando comparados aos azeites obtidos da mesma variedade de azeitona produzidos na Serra da Mantiqueira (Minas Gerais e São Paulo), cujos valores médios para o conteúdo de C18:1 e C18:2

foram 72,6 % e 8,3 %, respectivamente. Para confirmar essa tendência, azeites da variedade Arbequina das mesmas procedências serão analisados na próxima safra (2018) e os dados serão avaliados por análise estatística multivariada.

Conclusões

Os azeites de oliva extra virgem brasileiros avaliados ao longo das safras de 2015, 2016 e 2017 atenderam aos limites para parâmetros de qualidade e composição em ácidos graxos estabelecidos pela legislação brasileira, *Codex Alimentarius* e pelo regulamento do “International Olive Oil Council” (IOC).

Agradecimentos

Os autores agradecem a Embrapa, FAPERJ (Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro) e FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), pelo aporte de recursos e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de bolsa de iniciação científica.

Referências

- AOCS – American Oil Chemists’ Society. 2009. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists’ Society. 6 ed. AOCS, Champaign.
- Bizzo, H.R., Antoniassi, R., Faria-Machado, A.F., Guedes, A.M.M., Santos, M.C.S., Wilhelm, A.E., Silva, L.F.O. & Oliveira, A.F. 2014. Composition of fatty acids from monovarietal olive oils produced in Brazil. 38th International Symposium on Capillary Chromatography and 11th GCxGC Symposium. Riva del Garda, Itália 18-23 May. p. 502.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2012. Instrução Normativa Nº 1, de 30 de janeiro de 2012. Regulamento Técnico do Azeite de Oliva e do Óleo de Bagaço de Oliva. DOU 01/02/2012.
- Codex Alimentarius Commission. 2003. Codex Standards for olive oils, and olive pomace oils, CODEX STAN 33. rev.2. Amendment in 2009 and 2013. FAO/WHO, Rome.
- EU – European Union. 2013. Commission Implementing Regulation (EU) nº 1348/2013 of 16 December 2013, amending Regulation (EEC) nº 2568/91, on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis. Official Journal of the European Union L 338:31-67.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations – Statistics Division. 2015. FAOSTAT. <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>.
- Hartman, L. & Lago, R.C.A. 1973. Rapid preparation of fatty acid methyl esters. *Laboratory Practice* 22:175-176.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Produção Agrícola Municipal. www.sidra.ibge.gov.br/Tabela/1613.
- IOC - International Olive Council. 2013. Trade standard applying to olive oils and olive-pomace oils. COI/T.15/NC nº 3/Rev. 7.
- Oliveira, A.F., Antunes, L.E.C. & Schuch, M.W. 2006. Caracterização morfológica de cultivares de oliveira em coleção e considerações sobre o seu cultivo no Brasil. *Informe Agropecuário* 27:55-62.
- Oliveira, A.F., Vieira-Neto, J., Gonçalves, E.D., Villa, F. & Silva, L.F.O. 2010. Parâmetros físico-químicos dos primeiros azeites de oliva brasileiros extraídos em Maria da Fé, Minas Gerais. *Scientia Agraria* 11:255-261.

Silva, L.F.O., Oliveira, A.F., Pio, R., Alves, T.C. & Zambon, C.R. 2012. Variação na qualidade do azeite em cultivares de oliveira. *Bragantia* 71:202-209.

Villa, F. & Oliveira, A.F. 2012. Origem e expansão da oliveira na América Latina. p. 21-38. In A.F. Oliveira (ed.), *Oliveira no Brasil: tecnologias de produção*. EPAMIG, Belo Horizonte.

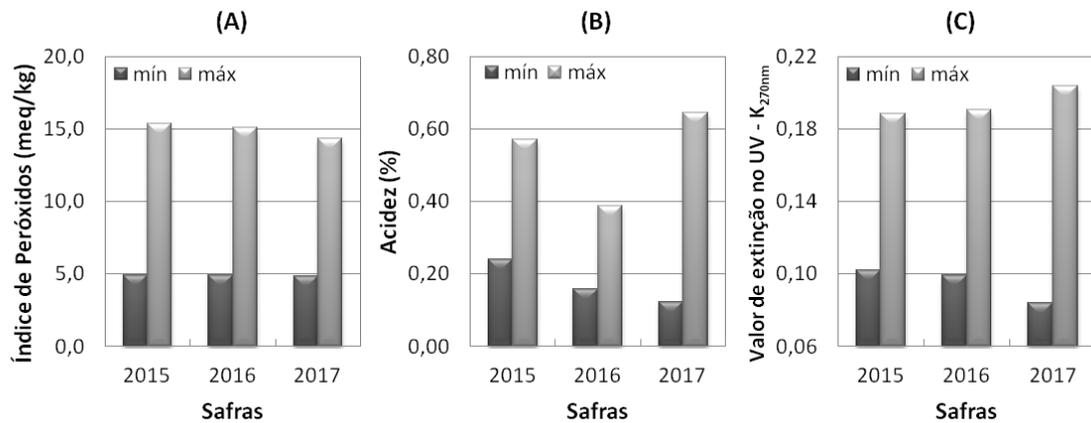


Figura 1 - Faixas de variação dos parâmetros de qualidade: (A) índice de peróxidos, (B) acidez e (C) valor de extinção no UV – K_{270nm}, para os azeites de oliva extra virgem brasileiros avaliados ao longo das safras de 2015, 2016 e 2017.

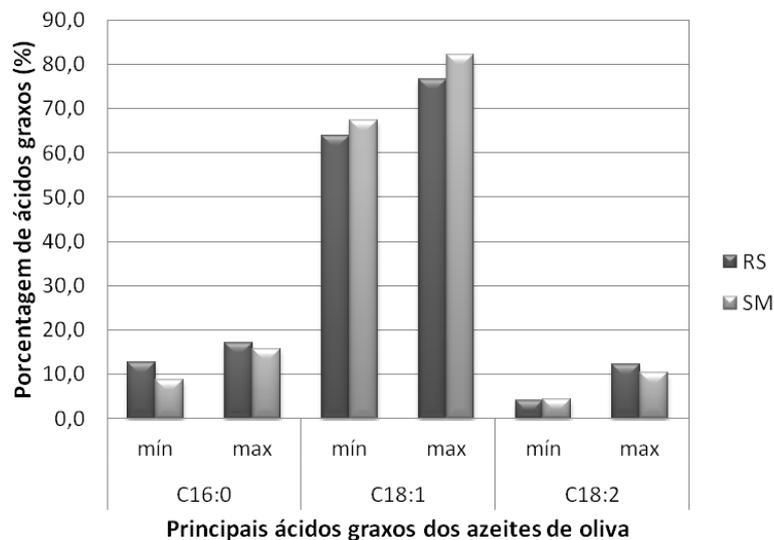


Figura 2 - Faixas de variação dos principais ácidos graxos – ácido oleico (C18:1), ácido linoleico (C18:2) e ácido palmítico (C16:0) – dos azeites de oliva extra virgem, produzidos no Rio Grande do Sul (RS) e na Serra da Mantiqueira (SM), avaliados ao longo das safras de 2015, 2016 e 2017.

Avaliação em coleção de quatro cultivares autóctones de oliveira produtoras de azeitona de mesa

Inês C¹, Arias-Calderón R¹, Gomez-Jimenez MC² & Cordeiro AM¹

¹ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., UEIS Biotecnologia e Recursos Genéticos. Estrada de Gil Vaz, Apartado 6, 7351-901 Elvas, Portugal. antonio.cordeiro@iniav.pt

² Universidad de Extremadura, Departamento de Fisiología Vegetal, Av. de Elvas s/n, 06006 Badajoz, España.

Resumo

A azeitona de mesa é um alimento típico da dieta mediterrânica, consumida em saladas ou como aperitivo. Este trabalho apresenta os resultados da avaliação agronómica de quatro cultivares (cvs.) autóctones de oliveira ('Azeitoneira', 'Conserva de Elvas', 'Galego de Évora' e 'Maçanilha de Tavira') na Coleção Portuguesa de Referência de Cultivares de Oliveira instalada na Herdade do Reguengo em Elvas. A plantação ocorreu em junho de 2012, num compasso 7x5m e seis repetições de duas árvores aleatoriamente distribuídas. Na campanha 2016-17, 4.º ano após plantação, a 'Conserva de Elvas' apresentou o maior vigor vegetativo (expresso por área seção tronco) e 'Galego de Évora' apresentou o menor vigor. A entrada em produção em 'Azeitoneira' e 'Galego de Évora' ocorreu ao 2.º ano após plantação e nas restantes cultivares ao 3.º ano. Na campanha estudada, as maiores produções de azeitona foram de 'Azeitoneira' e 'Maçanilha de Tavira' com 14 e 13Kg, respetivamente. A produção acumulada, ao 4.º ano após plantação, foi mais elevada em 'Azeitoneira' e 'Galego de Évora' (superior a 19Kg). Na eficiência produtiva destacou-se 'Galego de Évora' com 397g/cm². Os frutos de 'Maçanilha de Tavira' apresentaram o maior peso fresco médio (10g); nas restantes cultivares foi superior a 5g. A colheita da azeitona para conserva em verde realiza-se durante o período de maturação verde amarelada. Nesta campanha 'Maçanilha de Tavira' foi a primeira a apresentar essa maturação como dominante, seguindo-se 'Azeitoneira' e 'Galego de Évora'. O aparecimento de laivos magenta na epiderme dos frutos (início da maturação da azeitona) foi primeiramente observado a 17 de outubro e nestas últimas cultivares. A 'Conserva de Elvas' alcançou este estado de maturação a 31 de outubro e a 'Maçanilha de Tavira' a 8 de novembro. Os estudos em Coleção permitem conhecer / avaliar o potencial genético em espécies perenes e identificar materiais com características diferenciadoras no produto final.

Palavras-chave: *Olea europaea* L., diversidade intervietal, conserva, produção, eficiência produtiva.

Abstract

Evaluation of four autochthonous table olive cultivars grown in collection. is reported. Table olive fruit is an important feature of the Mediterranean Basin Diet. In this work we performed the agronomic characterization of four Portuguese cultivars (cvs.): 'Azeitoneira', 'Conserva de Elvas', 'Galego de Évora' and 'Maçanilha de Tavira'. Olive trees are grown in open field from June 2012 in Elvas, Portugal, at Coleção Portuguesa de Referência de Cultivares de Oliveira (CPRCO) which belongs to INIAV, I.P. In 2016/2017, four years after planting, 'Conserva de Elvas' showed the

highest vegetative growth, and ‘Galego de Évora’ the lowest. ‘Azeitoneira’ and ‘Galego de Évora’ showed more than an half of fruiting trees two years after planting; in the remaining cvs. the unproductive period was no longer than three years. In this year ‘Azeitoneira’ and ‘Maçanilha de Tavira’ showed the highest fruit production, 14 and 13Kg, respectively. The cumulative fruit yield four years after planting of both ‘Azeitoneira’ and ‘Galego de Évora’ was bigger than 19kg/tree. ‘Galego de Évora’ showed the highest value for yield efficiency, 397g/cm². ‘Maçanilha de Tavira’ showed the highest average fruit weight (10g) and this character was more than 5g in the others. Olive fruit harvest for table olive purpose should be done at yellow maturity stage. In 2016-2017 ‘Maçanilha de Tavira’ was the first cultivar showing this stage as dominant, followed by ‘Azeitoneira’ and ‘Galego de Évora’. In these two cultivars we observed the beginning of fruit color change at 17 October; for ‘Conserva de Elvas’ and ‘Maçanilha de Tavira’ it was dominant at 31 October and 8 November, respectively. The studies carry out in Collection conditions allow to know as well as to evaluate the genetic potential of perennial species and to identify whose genotypes imprint particular characteristics in the final product.

Keywords: *Olea europaea* L., intervarietal diversity, table purpose, production, yield efficiency.

Introdução

A oliveira (*Olea europaea* L.) é das espécies arbóreas mais características da Bacia Mediterrânica e foi fundamental para a sobrevivência das primeiras civilizações. O azeite tem sido, desde sempre, o produto mais valorizado da oliveira, e por isso o mais referenciado. Contudo, o consumo de azeitonas e pão foi essencial na alimentação de pessoas pobres que trabalhavam os campos, daí terem-se desenvolvido processos de conservação dos frutos para permitir o seu consumo durante todo o ano. A azeitona de mesa foi reconhecida como um ingrediente-chave da Dieta Mediterrânica, a qual foi considerada Património Imaterial da Humanidade pela UNESCO (Cicatelli et al., 2013); na candidatura integraram países com culturas mediterrânicas milenares, e Tavira foi a comunidade representativa de Portugal.

Existem várias técnicas tradicionais de conserva da azeitona, nomeadamente em salmoura e em sal, e os frutos podem estar inteiros, retalhados ou britados. Os processos de conserva da azeitona e principalmente o seu tempero é diferente consoante a região olivícola. A diversidade de formas para elaborar a azeitona advém das características morfológicas dos frutos das cultivares autóctones, do seu período de maturação e do condicionalismo climático. Por exemplo, no Algarve, a ‘Maçanilha de Tavira’ é colhida em verde ou verde amarelado [índices de maturação (IM) 0 e 1, respetivamente] para evitar ataques de mosca. Esta azeitona para mais rapidamente ficar apta para consumo é britada, e o tempero à base de alho, orégãos e casca de citrinos conferem-lhe um sabor muito agradável. Inversamente, na Terra Quente Transmontana, a conserva de ‘Negrinha do Freixo’ é tradicionalmente feita com frutos desde o IM 1 até negro violáceo (IM 4), uma vez que as elevadas temperaturas registadas durante o verão permitem, tal como se tem verificado noutras regiões, reduzir a população da mosca (Wang et al., 2009). O facto das noites se tornarem frias desde o início do outono contribui para um menor número de gerações desta praga (Alvarado et al., 2008) verificado na região.

A industrialização dos processos de conserva da azeitona é importante para levar este produto a mercados não tradicionais, porém tem provocado uma redução do

número de cultivares utilizadas. É responsabilidade nacional a conservação e a preservação dos recursos genéticos autóctones e evitar a sua erosão genética. Nesta perspetiva elaborou-se o projeto ProDeR, ação 2.2.3.1: “OLEAREGEN: Conservação e Melhoramento de Recursos Genéticos – OLIVEIRA” – PA 18659. De âmbito nacional, integrou a prospeção de cultivares e/ou denominações varietais de oliveira autóctones e posteriormente o seu estabelecimento na Coleção Portuguesa de Referência de Cultivares de Oliveira (CPRCO) na Herdade do Reguengo, Elvas propriedade do INIAV, I.P. (Cordeiro e Inês, 2013). Entre os acessos já instalados na CPRCO estão cultivares autóctones de azeitona de mesa do Alentejo (‘Azeitoneira’, ‘Conserva de Elvas’ e ‘Galego de Évora’) e do Algarve (‘Maçanilha de Tavira’). O objetivo deste trabalho foi realizar a avaliação agronómica e a caracterização da evolução dos estados fenológicos (EF) da maturação, das quatro cultivares referenciadas durante a campanha de 2016 – 2017.

Material e métodos

As quatro cultivares estudadas (‘Azeitoneira’, ‘Conserva de Elvas’, ‘Galego de Évora’ e ‘Maçanilha de Tavira’) estão estabelecidas na Coleção Portuguesa de Referência de Cultivares de Oliveira (CPRCO) instalada no INIAV, I.P., Pólo de Elvas. As plantas foram propagadas por multiplicação vegetativa (material monoclonal) e plantadas em junho de 2012, num compasso de plantação de 7x5m e com rega gota-a-gota. De cada cultivar estabeleceram-se seis repetições de duas árvores aleatoriamente distribuídas.

O vigor vegetativo foi avaliado seguindo o procedimento de Caracterização Agronómica RESGEN (COI, 1997), e para isso determinou-se a área seccional do tronco (AST) com base no perímetro do tronco medido a 10cm de altura do solo, de acordo com a seguinte equação: $AST = 3,1416 (P/2\pi)^2$.

A produção de azeitona foi determinada por árvore e representa o total de frutos produzidos pela planta, ou seja, a soma da quantidade de frutos no chão e de frutos na árvore (Del Río e Caballero, 1994).

O peso médio do fruto foi determinado numa amostra de 50 frutos, retirada da produção da árvore após a colheita (COI, 1997).

A eficiência produtiva ou índice de produtividade (IP) determinou-se através do quociente entre a produção total acumulada e a AST [metodologia RESGEN (COI, 1997)].

A fenologia da maturação do fruto iniciou-se na 2.^a quinzena de setembro e terminou com a colheita da azeitona. A escala de maturação de azeitonas utilizada foi a estabelecida por Frías et al. (1991) em que se consideram cinco estados de maturação entre zero (0) – verde intenso – e quatro (4) – epiderme dos frutos totalmente negra. As observações efetuaram-se nos seis blocos experimentais e nas duas repetições de cada cultivar por bloco. Os registos tiveram uma periodicidade semanal, e a proporção dos vários estados de maturação na copa da oliveira representada segundo a metodologia citada por Fernández-Escobar e Rallo (1981). Assim, após uma apreciação qualitativa dos quadrantes da oliveira, registou-se o estado de maturação mais atrasado, o dominante e o mais adiantado.

Para o tratamento dos dados das características estudadas calculou-se primeiramente o valor médio de cada cultivar por bloco e seguidamente a média dos 6 blocos.

Resultados e discussão

O vigor vegetativo, representado pela AST, apresentou diferenças entre as cultivares estudadas (Figura 1). Ao 4.º ano após a plantação, as maiores AST foram registadas em ‘Conserva de Elvas’ e ‘Azeitoneira’ (aproximadamente 80cm²). O menor vigor observou-se em ‘Galego de Évora’, com 47cm².

A entrada em produção de ‘Azeitoneira’ e ‘Galego de Évora’ ocorreu em 2014, enquanto os outros dois genótipos produziram pela primeira vez em 2015 (Figura 2). Considerou-se que uma cultivar entrou em produção quando, pelo menos, metade das oliveiras em campo produziu frutos. Segundo os critérios de Caracterização Agronómica da Metodologia RESGEN (COI, 1997) os materiais que produziram no 2.º ano após a plantação, ou seja em 2014, classificam-se de muito precoces; os que produziram no 3.º ano classificam-se como precoces.

Na campanha de 2016 – 2017 a produção média de azeitonas por árvore das cultivares estudadas variou entre um mínimo de 4kg em ‘Conserva de Elvas’ e um máximo de 14kg em ‘Azeitoneira’ (Figura 3, esquerda). ‘Galego de Évora’ e ‘Maçanilha de Tavira’ tiveram produções de 9kg e 13kg, respetivamente. Refira-se também que para ‘Azeitoneira’ e ‘Galego de Évora’ esta foi a 3.ª campanha. Relativamente à produção acumulada por árvore destacou-se a ‘Conserva de Elvas’ por apresentar uma produção muito baixa – 6kg (Figura 3, direita) e ‘Azeitoneira’ por apresentar a produção mais elevada, cerca de 22kg; ‘Maçanilha de Tavira’ e ‘Galego de Évora’ também registaram produções acumuladas elevadas, 15kg e 19kg, respetivamente. As plantas estão sob as mesmas condições de campo, portanto as diferenças observadas refletem as diferenças genéticas existentes no conjunto e as potencialidades que as mesmas oferecem ao nível do retorno económico para o olivicultor.

A eficiência produtiva foi mais baixa em ‘Conserva de Elvas’, 78g/cm² (Figura 4), e destacou-se pelo elevado IP ‘Galego de Évora’ com 397g/cm². Contudo, são necessárias dez campanhas para a completa Caracterização Agronómica de cultivares (Del Río e Caballero, 1994), porém a determinação do IP nesta altura permite conhecer a manifestação de diferenças produtivas desde as primeiras campanhas. Na CPRCO, e no condicionalismo edafoclimático de Elvas, o ‘Galego de Évora’ é a cultivar que tem apresentado melhor *performance* produtiva.

O peso médio do fruto variou entre os cerca de 5g em ‘Galego de Évora’ e 10g em ‘Maçanilha de Tavira’ (Figura 5). ‘Azeitoneira’ e ‘Conserva de Elvas’ apresentaram 6g e 7g, respetivamente. O calibre é um parâmetro da qualidade de elevada importância para a produção de azeitona de mesa, mas outras características também têm de ser ponderadas e avaliadas, nomeadamente a dureza da polpa ou a facilidade de desprendimento do endocarpo. Observou-se que a conserva de ‘Galego de Évora’ foi a que manteve durante mais tempo as características mais apreciadas por produtores tradicionais da região de Elvas (Cordeiro e Inês, dados não publicados).

As cultivares estudadas apresentaram pautas de maturação distintas (Figura 6). Os frutos de ‘Maçanilha de Tavira’ perderam mais cedo a cor verde intensa, característica do verão, e já no dia 16 de setembro, no primeiro registo de evolução da maturação na campanha 2016/17, o estado fenológico (EF) dominante desta cultivar era o verde amarelado (IM 1). Seguiram-se ‘Azeitoneira’ e ‘Galego de Évora’ no dia 27 de setembro, e a última cultivar a apresentar este EF foi a ‘Conserva de Elvas’, no dia 11 de outubro. O IM 2 – manchas violáceas cobrindo menos de metade da epiderme do fruto – foi dominante primeiramente nas cultivares ‘Azeitoneira’ e ‘Galego de Évora’, a 17 de outubro; seguindo-se ‘Conserva de Elvas’ no dia 31 do mesmo mês. A primeira

cultivar a ser colhida foi ‘Azeitoneira’ (31 de outubro) e a maioria dos seus frutos já se apresentavam no IM 3, ou seja, praticamente sem laivos verdes ou amarelados. A variabilidade na evolução da maturação e principalmente a queda fisiológica antecipada do fruto nesta cultivar condicionaram a data de colheita. As restantes cultivares foram colhidas após o dia 8 de novembro. Nesta data ‘Conserva de Elvas’ e ‘Galego de Évora’ também já apresentavam o IM 3 dominante, mas ‘Maçanilha de Tavira’ apenas apresentou o IM 2 como dominante.

Considera-se que tem início a maturação da azeitona quando na copa da planta o estado fenológico de maturação mais adiantado é o estado 2 (X-X-2, em que X é um qualquer EF) em mais de 10% dos frutos na árvore (COI, 1997). Para azeitona de mesa em verde os frutos são geralmente colhidos antes do início da maturação. Em ‘Maçanilha de Tavira’ apesar de os frutos perderem bastante cedo a cor verde intensa, comparativamente às demais cultivares, o aparecimento de pigmentação não seguiu a mesma pauta, e as azeitonas permaneceram durante muito tempo com cor verde amarelada (IM 1) na árvore. É certo que maior quantidade de frutos na copa atrasa o processo de maturação dos mesmos (Beltrán et al., 2008) em qualquer cultivar, porém este comportamento tem sido observado repetidamente o que nos indica tratar-se de uma característica varietal. A implementação da CPRCO tem permitido aprofundar o conhecimento agronómico, tecnológico e sanitário das cultivares de oliveira portuguesas.

Conclusões

A cultura da oliveira é uma tradição em Portugal, diferenciando-se pelas cultivares utilizadas, e pelas azeitonas de mesa e azeites produzidos. O conhecimento de características agronómicas e tecnológicas de cultivares tradicionais apresenta-se como uma via para colocar no mercado um produto diferenciado. Este estudo iniciou a tarefa de explorar as potencialidades da diversidade intervietal autóctone em oliveira de Portugal. Na avaliação de material vegetal têm grande relevância características agronómicas como a entrada em produção, a produção unitária, a eficiência produtiva e o calibre. Entre as cultivares em estudo destacaram-se ‘Azeitoneira’, ‘Galego de Évora’ e ‘Maçanilha de Tavira’ pelas elevadas produções; ‘Galego de Évora’ pela sua maior eficiência produtiva; e ‘Maçanilha de Tavira’ pelo calibre dos frutos.

Agradecimentos

Trabalho financiado pelo Programa ProDeR, Ação 3.2, PA 18659

Referências

- Alvarado, M., Civantos, M., Durán, J.M. 2008. Plagas. p. 509-593. In: D. Barranco, R. Fernández-Escobar, L. Rallo (eds.), El cultivo del olivo, 6ª ed. Junta de Andalucía y Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Beltrán, G., Uceda, M., Hermoso, M., Frías, L. 2008. Maduración. p. 163-187. In: D. Barranco, R. Fernández-Escobar, L. Rallo (eds.), El cultivo del olivo, 6.ª ed. Junta de Andalucía y Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Cicatelli, A., Fortunati, T., De Feis, I., Castiglione, S. 2013. Oil composition and genetic biodiversity of ancient and new olive (*Olea europaea* L.) varieties and accessions of southern Italy. *Plant Science* 210: 82–92.
- COI. 1997. Méthodologie pour la caractérisation primaire des variétés d'olivier. Projet RESGEN-CT (96/97), Union Européenne/Conseil Oléicole International.

- Cordeiro, A.M. & Inês, C. 2013. A diversidade intervietal da oliveira em Portugal: Notas para um roteiro. *Vida Rural* 1790: 32-34.
- Del Río, C. & Caballero, J.M. 1994. Preliminary agronomical characterization of 131 cultivars introduced in the olive germplasm bank of Córdoba in March 1987. *Acta Horticulturae* 356: 110-115.
- Fernández-Escobar, R. & Rallo, L. 1981. Influencia de la polinización cruzada en el cuajado de frutos de cultivares de olivo (*Olea europaea* L.). *Información Técnica Económica Agraria* 45: 51-58.
- Frías, L., García-Ortiz, A., Hermoso, M., Jiménez, A., Llaveró, M.P., Morales, J., Ruano, T., Uceda, M. 1991. Analistas de laboratorio de almazaras, *Informaciones Técnicas* 6/91. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.
- Wang, X.G., Johnson, M.W., Daane, K.M., Nadel, H. 2009. High summer temperatures affect the survival and reproduction of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Environmental entomology* 38(5):1496-1504.

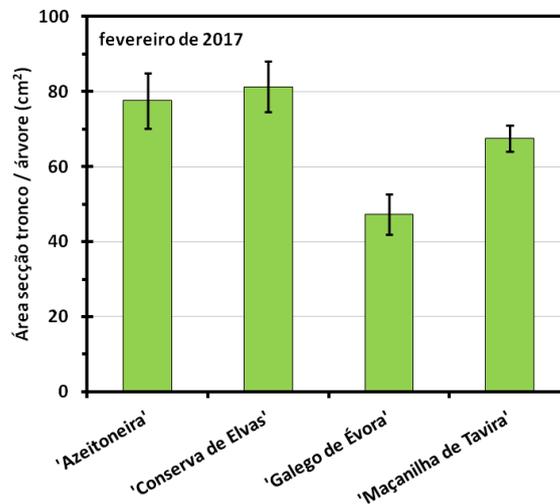


Figura 1 – Área da secção do tronco (AST) de quatro cultivares de oliveira, produtoras de azeitona de mesa, ao 4.º ano após plantação (verão de 2012) (valor médio \pm erro-padrão).

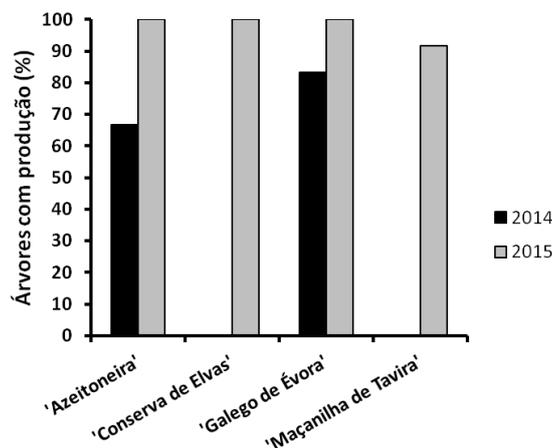


Figura 2 – Percentagem de árvores em produção por cultivar ao 2.º e 3.º ano após a plantação (verão de 2012). Nota: uma cultivar considerou-se em produção quando pelo menos metade das suas repetições produziu frutos.

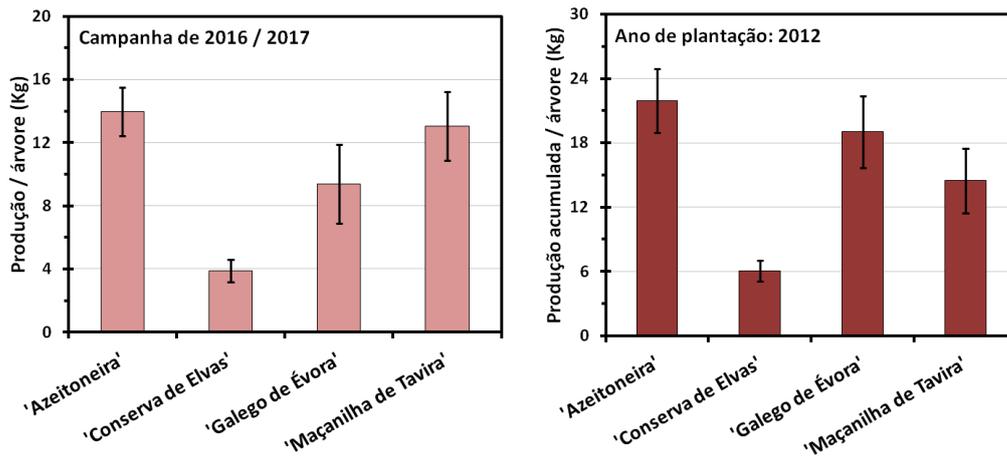


Figura 3 – Produção de azeitona por árvore e cultivar na campanha de 2016 – 2017 (à esquerda) e produção acumulada por árvore e cultivar (à direita) (valor médio \pm erro-padrão).

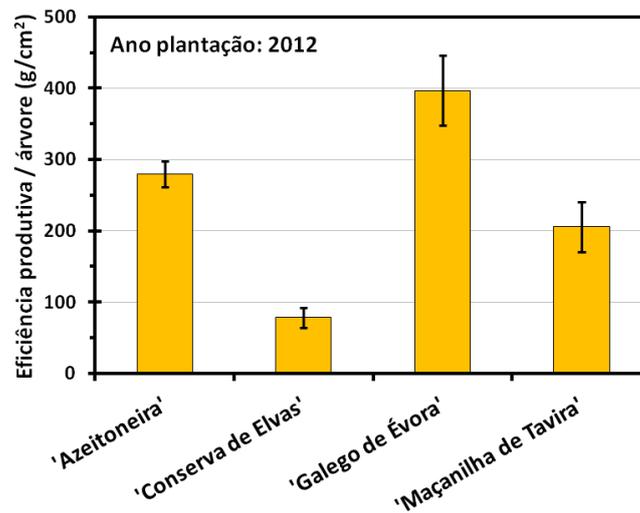


Figura 4 – Eficiência produtiva ao 4.º ano após plantação de quatro cultivares de oliveira, produtoras de azeitona de mesa (valor médio \pm erro-padrão).

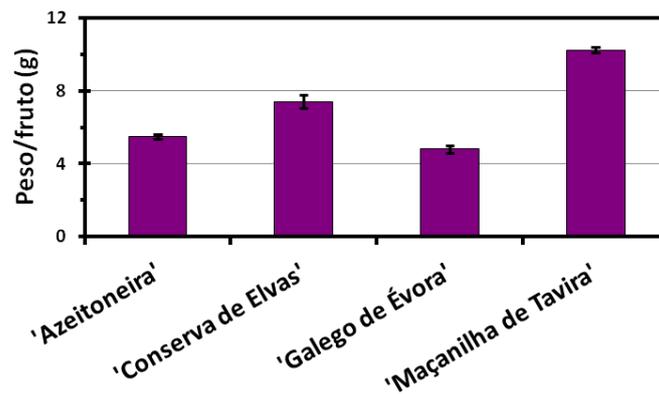


Figura 5 – Peso médio da azeitona (g) de quatro cultivares de oliveira, produtoras de azeitona de mesa (valor médio \pm erro-padrão).

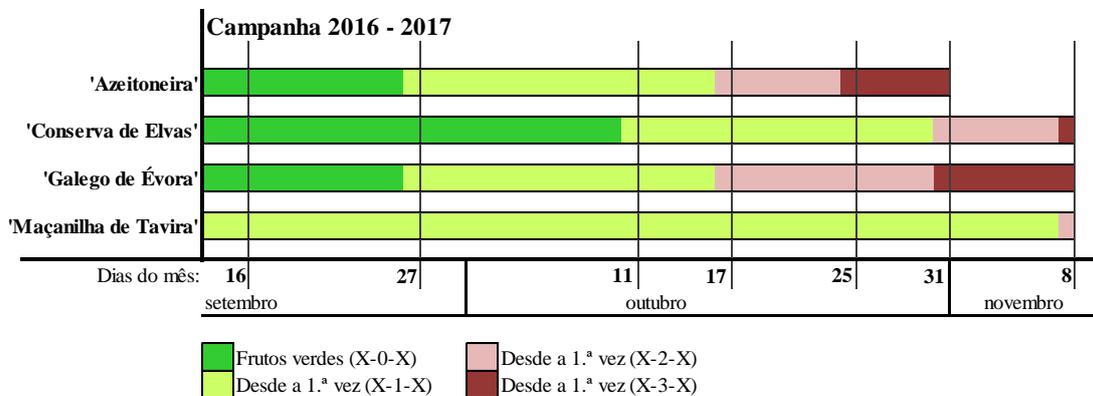


Figura 6 – Evolução dos estados fenológicos (EF) da maturação da azeitona (Frías et al., 1991) em quatro cultivares de oliveira, produtoras de azeitona de mesa, na campanha de 2016 – 2017. (X-0-X) frutos verdes; (X-1-X) frutos com a epiderme verde amarelada como EF dominante; (X-2-X) frutos com manchas violáceas em menos de metade da epiderme como EF dominante; (X-3-X) frutos com manchas violáceas em mais de metade da epiderme como EF dominante.

Genetic diversity assessment in Portuguese *Olea europaea* L. cultivars using the combinatorial β -Tubulin-based polymorphism (cTBP) marker system

Hélia Cardoso*, Alexandre Ferreira*, Elisete Santos Macedo, Augusto Peixe & Birgit Arnholdt-Schmitt¹

ICAAM, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, IIFA, Instituto de Formação e Investigação Avançada, Universidade de Évora, Ap. 94, 7006-554 Évora, Portugal

¹ Corresponding author at: EU Marie Curie Chair, Laboratório de Biologia Molecular, ICAAM, Universidade de Évora. Email: eu_chair@uevora.pt

*These authors have contributed equally to this work.

Abstract

In *Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *sativa* one of the most outstanding issues for commercial production and product certification lies in clarifying genetic relationships among the highly diverse, cultivated olive material. This report validates the applicability of the combinatorial β -tubulin based polymorphism (cTBP) molecular marker system for *Olea europaea* L. genotypes. The method is based on the analysis of length polymorphisms resulting from combined amplification of introns 1 and 2 of the β -tubulin genes, followed by fragment resolution in polyacrylamide electrophoresis gel. When compared with other molecular tools the technique is advantageous in terms of low costs and time consumption. The cTBP method was applied on a collection of morphologically classified olive trees (Coleção Nacional de Referência de Cultivares de Oliveira) that are established in the 'Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária' (INIAV, Elvas, Portugal). The results show that the cTBP marker system is useful to trace genetic variability and phylogenetic relationships in olive material thus able to help clarifying misleading classifications based on morphological characterization. Therefore, the method here presented can be recommended as an efficient tool for commercial applications and scientific studies that aim to verify genetic relationships in *Olea europaea* L.

Keywords: EPIC-PCR, genotype fingerprinting, intron length polymorphism (ILP), olive, tubulin.

Resumo

Estudo da diversidade genética em cultivares portuguesas de *Olea europaea* L. com recurso ao marcador molecular β -Tubulin based polymorphism (cTBP).

Um dos temas mais relevantes no quadro da produção comercial e certificação de plantas de *Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *sativa* está relacionado com a clarificação da relação genética existente entre as cultivares de oliveira cultivadas. No presente trabalho é feita a validação da aplicabilidade de um marcador molecular na genotipagem de variedades de *O. europaea*. O método baseia-se na análise da variabilidade genética (polimorfismos) existente ao nível dos genes da β -tubulina, combinando a variabilidade identificada ao nível dos intrões 1 e 2, sendo por isso denominado de cTBP (*combinatorial β -tubulin based polymorphism*). A abordagem seguida baseia-se na identificação em gel de poliacrilamida dos fragmentos de tamanhos diferentes, resultantes da amplificação das regiões dos intrões 1 e 2. Quando comparado

com outras ferramentas moleculares o marcador cTBP apresenta-se vantajoso, por implicar um baixo custo e não requerer muito tempo para a execução. O método foi testado em material vegetal proveniente da Coleção Nacional de Referência de Cultivares de Oliveira, existente no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV, Elvas, Portugal). Os resultados obtidos mostram que o marcador cTBP pode ser utilizado como uma ferramenta eficiente, que permite avaliar a variabilidade genética e as relações filogenéticas existentes entre plantas de oliveira, podendo assim ajudar a esclarecer dúvidas, ou retificar falsas classificações, previamente feitas com base na aplicação do método tradicional que utiliza a observação de caracteres morfológicos. O marcador aqui apresentado pode assim ser recomendado como uma ferramenta eficiente para aplicações comerciais e estudos científicos que visam verificar relações genéticas em *O. europaea* L.

Palavras-chave: EPIC-PCR, genotipagem, *Intron length polymorphism* (ILP), oliveira, tubulina.

Introduction

Olive (*Olea europaea* L.) is one of the oldest agricultural tree crops worldwide. Its cultivation covers over eight million hectares, being predominantly concentrated in the Mediterranean basin, where 70% of the world olive oil produced is also consumed (Baldoni & Belaj, 2009). The cultivated olive *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sativa* comprises more than 2000 cultivars (Hamman-Khalifa et al., 2007), which are classified mostly considering morphologic and physiological characteristics like the variability in oil content, fruit size, canopy shape and adaptation to the local environmental conditions. However, the morphological characteristics and agronomic traits considered are highly influenced by the environmental conditions, leading to frequent misidentification and/or mislabeling. Thus, the large number of cultivars, added to the many cases of synonym and homonym, makes it particularly difficult to describe and classify the existing olive plant material.

Molecular markers appear as a useful tool to access genetic variability and are now used to supplement and refine the traditional morphological description of cultivars. Different marker systems were applied for phylogenetic studies, DNA fingerprinting of cultivars and detection of intra-cultivar variability, such as RAPD (Bronzini de Caraffa et al., 2002; Cordeiro et al., 2008), AFLP (Owen et al., 2005; Rubio de Casas et al., 2006), SCAR (Busconi et al., 2006), SSR (Baldoni et al., 2009; Fevereiro et al., 2011; Dastkar et al., 2013; Muzzalupo et al., 2014), ISSR (Gemmas et al., 2004; Martins-Lopes et al., 2007) SNPs (Macedo et al., 2009; Hakim et al., 2010), ribosomal DNA polymorphism direct sequencing (Besnard et al., 2007; Baldoni et al., 2009), RFLP (Besnard et al., 2001; Besnard et al., 2007) and entire plastome sequencing (Mariotti et al., 2010).

From all markers applied on olive, the most successful were the SSR, due to the high number of loci identified and the availability of respective flanking primer sequences. However, not all combinations of SSR primers give polymorphic alleles, being also possible the occurrence of null alleles. The development of a method which involves low cost and being less time consuming will represent high advantages compared to the methods previously described.

The molecular marker here presented is named combinatorial Tubulin Based Polymorphism (cTBP). It is in fact an upgrade to the Tubulin Based Polymorphism (TBP) method described by Bardini et al. (2004), which is based on the analysis of the

intron 1 length polymorphism (ILP) of the plant β -tubulin gene family. The cTBP method allowed combining polymorphism analysis of the introns 1 and 2 of β -Tubulin by using gene-specific primers (degenerated across-plant species) designed in the exon boundaries for each of the two introns (Exon Priming Intron Crossing-PCR, EPIC-PCR), and subsequently analyzed in a polyacrylamide gel electrophoresis resulting in a DNA barcode image (Breviario et al., 2007; Braglia et al., 2010). cTBP allows to the identification of different alleles, always in the basis of different length, providing a neutral, co-dominant, stable and specific marker DNA fragments. The combination of the genetic variability in both introns results in a more reliable assessment of species/cultivars/ecotypes relationships (Breviario et al., 2007; Braglia et al., 2010). The discrimination power, of both TBP and cTBP methods, among species, varieties and ecotypes has been largely assessed and discussed by many authors (Bardini et al., 2004; Gavazzi et al., 2012; Braglia et al., 2016). The present study was developed in order to validate the applicability of the cTBP marker for olive material and promote the methodology as an efficient tool for scientific and commercial applications in public and private sectors.

Material and Methods

Young leaves of nineteen different cultivars of *Olea europaea* L. were used for investigation (Table 1). Field growing olive trees are from a mother-tree collection, belonging to the 'Instituto Nacional de Investigação Agrária' (INIAV), Elvas (Portugal). Genomic DNA (gDNA) extraction was performed with the DNEasy Plant Mini kit (Qiagen, Hilden, Germany) following the manufacturer's instructions. gDNA integrity was analysed by electrophoresis in 0.8% agarose gel (Invitrogen Life technologies, UK) after staining in an ethidium bromide (EtBr) solution (0.2 ng mL^{-1}). Gel documentation was performed with the Gene Flash Bio Imaging System (Syngene, Cambridge, UK). gDNA content was measured using a NanoDrop-2000C spectrophotometer (Thermo Scientific, Wilmington, DE, USA).

EPIC-PCRs were performed using degenerated primers for β -Tubulin intron 1 and 2 amplification (Breviario et al., 2007). PCR was carried out in the 2720 Thermocycler (Applied Biosystems, Foster City, USA) following parameters described by Casazza et al. (2011). Ready-To-Go PCR Beads (GE Healthcare, Little Chalfont, England) were used for PCR mix, using $10 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ of gDNA as template and $0.2 \text{ } \mu\text{M}$ of each primer. Three independent PCRs were performed per sample. Eight μL of each PCR product were analyzed by electrophoresis in 6% polyacrylamide gel running for 4 h at 100 V. Gel staining and visualization was performed as described above. Two electrophoreses were performed per PCR product.

The genetic distance data between pairs of genotypes was used to construct a matrix of presence/absence of amplified ILP fragments. The FreeTree software was used to compute the distance/similarity matrix according to Nei and Li (1979), to calculate the Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average (UPGMA) dendrogram, and to make the resamplings by bootstrapping with 1000 replications. Dendrogram construction, based on the reference tree obtained with FreeTree software, was performed on MEGA 4 software (Tamura et al., 2007).

Results and Discussion

Figure 1 shows the analysis of cTBP amplification profiles (also named fingerprints, barcodes or polymorphic bands) of 19 *O. europaea* cultivars. Both introns displayed length polymorphisms. The polymorphic bands identified in intron 1 ranged

between 550 - 2000 bp (the majority between 850 - 2000 bp) whereas in intron 2 they ranged between 350 - 1100 bp (the majority between 600 - 1000 bp).

The band pattern in intron 1 was more polymorphic, with 32 ILP bands, 27 of them polymorphic between the cultivars analysed. Intron 2 presented an amplification profile with 11 ILP bands, 6 of them polymorphic among cultivars. In total 43 ILP were identified, with 33 ILP polymorphic bands. This level of variability is in agreement with reports based on other molecular markers, such as the RAPD markers (Gemás et al., 2004; Trujillo et al., 2003; Cordeiro et al., 2008).

Polymorphic bands identified by cTBP method were able to confirm the existence of differences between cultivars usually considered as identical (homonyms), and also to clarify the existence of synonyms, with amplification of the same cTBP profiles in cultivars known by different names.

An example of synonyms identification is the identical cTBP barcode image shared for both introns among the three cultivars 'Manzanilla Carrasqueña de Almendralejo', 'Manzanilla de Jaén' and 'Redondil' (*2 in fig. 1). The total similarity between these cultivars can also be seen in the dendrogram of fig. 2. These data are validated by previous reports based on other molecular markers. Trujillo et al. (2003), describe the same RAPD profile for cvs. 'Manzanilla de Sevilla' (synonym of 'Manzanilha de Jaen' and 'Manzanilha Carrasqueña de Almendralejo') and 'Redondil', and Lopes et al. (2004) identified similar microsatellite loci in both 'Manzanilla Carrasqueña de Almendralejo' and 'Manzanilla de Jaén'. Nevertheless, all those cultivars are considered as different ones on the FAO database (<http://www.oleadb.it/olivodb.html>).

The cultivars 'Negrinha' and 'Azeiteira', previously classified as synonyms using morphological markers (Cordeiro et al., 2008), revealed different cTBP barcodes. A single polymorphic band in intron 1 distinguished both cultivars (*5 in intron fingerprints of fig. 1), leading to cultivars differentiation with a high level of similarity (98%) (fig. 2). Previous reports based on molecular markers, such as microsatellite (SSR) (Lopes et al., 2004), RAPD and ISSR (Gemás et al., 2004; Martins-Lopes et al., 2007; Cordeiro et al., 2008), also distinguished these two cultivars.

Another example of misclassification is the case of cvs. 'Madural' and 'Cornezuelo', considered as synonyms at the FAO germplasm database. The application of the cTBP differentiated both, sharing only 72% similarity, which is in agreement with a previous report based on SSR (Lopes et al., 2004).

In fig. 2 a complete identity of the cTBP band pattern between two trees coming from clonal propagation of cv. 'Cobrançosa' (named 'Cobrançosa' 1 and 2) is also shown, which confirms the accuracy of the cTBP method for cultivars discrimination. Regarding the conservation of the cTBP pattern within a cultivar, previous experiments performed in the apomitic *Hypericum perforatum* L. showed complete identity among progeny plants and mother plant.

Conclusions

In this study, cTBP marker system can successfully distinguish olive cultivars and can efficiently help to clarify synonym and homonym relations. Phylogenetic analysis based on cTBP data is consistent with the knowledge available for these cultivars. Application of the methodology on a higher number of olive cultivars and related olive taxa will help to a better understanding of olive phylogeny. The results achieved can validate several available reports, based on different molecular marker systems, all applying more complex methodologies. cTBP method is based on basic

PCR technique and polyacrylamide gel electrophoresis, and besides the reliability demonstrated, it's a simple and low costs method.

Acknowledgements

The study was funded by the National Funds through FCT - Foundation for Science and Technology under the project PTDC/AGRGPL/099263/2008 that supported also Alexandre Ferreira, and the project UID/AGR/00115/2013. The authors are grateful to FCT also for the support given to HGC (SFRH/BPD/109849/2015) and want to thank Dr. António Cordeiro from INIA-Elvas (Portugal), who provided the olive plant material. We recognize stimulation of this research and comments given on our work to Diego Breviario.

References

- Baldoni, L. & Belaj, A. 2009. Olive. P. 397-421. In: J. Vollmann & I. Rajean (eds.), Oil crops. Handbook of plant breeding, Vol. 4, Springer Science Business Media, New York.
- Baldoni, L., Cultrera, N.G., Mariotti, R., Riccioloni, C., Arcioni, S., Vendramin, G.G., Buonamici, A., Porceddu, A., Sarri, V., Ojeda, M.A., Trujillo, I., Rallo, L., Belaj, A., Perri, E., Salimonti, A., Muzzalupo, I., Casagrande, A., Lain, O., Messina, R. & Testolin, R. 2009. A consensus list of microsatellites markers for olive genotyping. *Molecular Breeding* 24:213-231.
- Bardini, M., Lee, D., Donini, P., Mariani, A., Gianì, S., Toschi, M., Lowe, C. & Breviario, D. 2004. Tubulin-based polymorphism (TBP): a new tool, based on functionally relevant sequences, to assess genetic diversity in plant species. *Genome* 47:281-291.
- Besnard, G., Baradat, P.H., Chevalier, D., Tagmount, A. & Bervillé, A. 2001. Genetic differentiation in the olive complex (*Olea europaea*) revealed by RAPDs and RFLPs in the rRNA genes. *Genetic Resources and Crop Evolution* 48:165-182.
- Besnard, G., Casas, R.R. & Vargas, P. 2007. Plastid and nuclear DNA polymorphism reveals historical processes of isolation and reticulation in the olive tree complex (*Olea europaea*). *Journal of Biogeography* 34:736-752.
- Braglia, L., Gianì, S., Breviario, D., Gavazzi, F., Mastromauro, F. & Morello, L. 2016. Development and validation of the modular Feed-code method for qualitative and quantitative determination of feed botanical composition. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 408:8299-8316.
- Braglia, L., Manca, A., Mastromauro, F. & Breviario, D. 2010. cTBP: A Successful Intron Length Polymorphism (ILP)-Based Genotyping Method Targeted to Well Defined Experimental Needs. *Diversity* 2:572-585.
- Breviario, D., Baird, W.V., Sangoi, S., Hilu, K., Blumetti, P. & Gianì, S. 2007. High polymorphism and resolution in targeted fingerprinting with combined β -tubulin introns. *Molecular Breeding* 20:249-259.
- Bronzini de Caraffa, V., Maury, J., Gambotti, C., Breton, C., Berville, A. & Giannettini, J. 2002. Mitochondrial DNA variation and RAPD mark oleasters, olive and feral olive from Western and Eastern Mediterranean. *Theoretical and Applied Genetics* 104:1209-1216.
- Busconi, M., Sebastiani, L. & Fogher, C. 2006. Development of SCAR markers for germplasm characterisation in olive tree (*Olea europaea* L.). *Molecular Breeding* 17:59-68.

- Casazza, A.P., Gavazzi, F., Mastromauro, F., Gianì, S. & Breviario, D. 2011. Certifying the feed to guarantee the quality of traditional food: An easy way to trace plant species in complex mixtures. *Food Chemistry* 124:685-691.
- Cordeiro, A.I., Sanchez-Sevilla, J.F., Alvarez-Tinaut, M.C. & Gomez-Jimenez, M.C. 2008. Genetic diversity assessment in Portugal accessions of *Olea europaea* by RAPD markers. *Biologia Plantarum*. 52 (4):642-647.
- Dastkar, E., Soleimani, A., Jafary, H., & Naghavi, M.R. 2013. Genetic and morphological variation in Iranian olive (*Olea europaea* L.) germplasm. *Crop Breeding Journal* 3(2):99-106.
- Fevereiro, P., Leitão, F., Potes, F., Gemas, V., Alves, M. & Favoretto, P. 2011. The Portuguese olive (*Olea europaea* subsp. *europaea*) germplasm. *Acta Horticulturae* 924:291-298.
- Gavazzi, F., Casazza, A.P., Depedro, C., Mastromauro, F. & Breviario, D. 2012. Technical improvement of the TBP (tubulin-based polymorphism) method for plant species detection, based on capillary electrophoresis. *Electrophoresis* 33:2840-2851.
- Gemas, V.J.V., Almadanim, M.C., Tenreiro, R., Martins, A. & Fevereiro, P. 2004. Genetic diversity in the olive tree (*Olea europaea* L. subsp. *europaea*) cultivated in Portugal revealed by RAPD and ISSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 51:501-511.
- Hakim, R.I., Grati-Kammoun, N., Makhloufi, E. & Rebaï, A. 2010. Discovery and potential of SNP markers in characterization of Tunisian olive germplasm. *Diversity* 2:17-27.
- Hamman-Khalifa, A.M., Navajas-Pérez, R., Herrán, R., Rejón, M.R., Garrido-Ramos, M.A., Ruiz Rejón, C. & Rosúa J.L. 2007. Establishing the genetic relationships between the wild and cultivated olives using a nuclear intron from nitrate reductase (*nia-i3*). *Plant Systematics and Evolution* 269:63-73.
- Lopes, M.S., Mendonça, D., Sefc, K.M., Gil, F.S. & Machado, A.C. 2004. Genetic evidence of intra-cultivar variability within Iberian olive cultivars. *Hortscience* 39 (7):1562-1565.
- Macedo, E.S., Cardoso, H.G., Hernández, A., Peixe, A.A., Polidoros, A., Ferreira, A., Cordeiro, A. & Arnholdt-Schmitt, B. 2009. Physiologic responses and gene diversity indicate olive alternative oxidase as a potential source for markers involved in efficient adventitious root induction. *Physiologia Plantarum* 137:532-552.
- Mariotti, R., Cultrera, N.G.M., Díez, C.M., Baldoni, L. & Rubini, A. 2010. Identification of new polymorphic regions and differentiation of cultivated olives (*Olea europaea* L.) through plastome sequence comparison. *BMC Plant Biology* 10:211-224.
- Martins-Lopes, P., Lima-Brito, J., Gomes, S., Meirinhos, J., Santos, L. & Guedes-Pinto, H. 2007. RAPD and ISSR molecular markers in *Olea europaea* L.: Genetic variability and molecular cultivar identification. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54:117-128.
- Muzzalupo, I., Vendramin, G.G. & Chiappetta, A. 2014. Genetic Biodiversity of Italian Olives (*Olea europaea*) Germplasm Analyzed by SSR Markers. *The Scientific World Journal*, Article ID 296590. doi.org/10.1155/2014/296590.
- Nei, M. & Li, W.H. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 76:5269-5273.
- Owen, C.A., Bitá, E.C., Banilas, G., Hajjar, S.E., Sellinakis, V., Aksoy, U., Hepaksoy, S., Chamoun, R., Talhook, S.N., Metzidakis, I., Hatzopoulos, P. & Kalaitzis, P. 2005.

AFLP reveals structural details of genetic diversity within cultivated olive germoplasm from the Eastern Mediterranean. *Theoretical and Applied Genetics* 110:1169-1176.

- Rubio de Casas, R., Besnard, G., Schönswetter, P., Balaguer, L. & Vargas, P. 2006. Extensive gene flow blurs phylogeographic but not phylogenetic signal in *Olea europaea* L. *Theoretical and Applied Genetics*. 113:575-583.
- Tamura, K., Dudley, J., Nei, M. & Kumar, S. 2007. MEGA4: Molecular evolutionary genetics analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution* 24 (8):1596-9.
- Trujillo, I., Barranco, D., Belaj, A. & Rallo, L. 2003. Identificación y catalogación del banco de germoplasma mundial de olivo de Córdoba mediante marcadores morfológicos y moleculares (Proyecto CAO98-001). http://www.academia.edu/23368017/Identificaci%C3%B3n_y_Catalogaci%C3%B3n_Del_Banco_De_Germoplasma_Mundial_De_Olivo_De_C%C3%B3rdoba_Mediante_Marcadores_Morfol%C3%B3gicos_y_Moleculares_Proyecto_CAO98-001.

Table 1 - Cultivars of *Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *sativa* used and its origin (country-region). The names are in accordance with the FAO nomenclature.

Cultivar Name	Country	Region
'Arbequina'	Spain	Catalunha
'Azeiteira'	Portugal	Beira Interior
'Carrasqueira'	Portugal	Alentejo
'Cobrançosa'	Portugal	Trás-os-Montes
'Conserva d'Elvas'	Portugal	Alto-Alentejo
'Cordovil Castelo Branco'	Portugal	Beira Interior
'Cordovil de Elvas'	Portugal	Alto Alentejo
'Cordovil de Serpa'	Portugal	Baixo Alentejo
'Cornezuelo'	Portugal	Castilla La Mancha
'Galega'	Portugal	unknown
'Madural'	Portugal	Trás-os-Montes
'Mançanilha de Jaén'	Spain	Andaluzia
'Mançanilha de Tavira'	Portugal	Algarve
'Manzanilla Carrasqueña de Almendralejo'	Spain	Extremadura
'Negrinha'	Portugal	Trás-os-Montes
'Redondil'	Portugal	Alto Alentejo
'Verde Verdelho'	Portugal	unknown
'Verdeal de Serpa'	Portugal	Baixo Alentejo
'Verdeal Transmontana'	Portugal	Trás-os-Montes

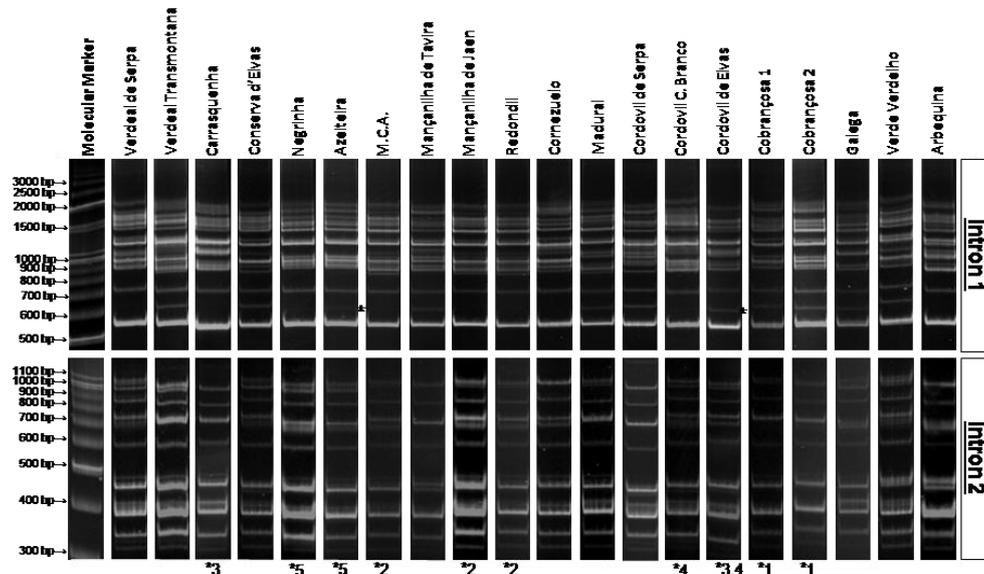


Figure 1 - Genomic fingerprints based on the cTBP amplification profile for intron 1 (top) and intron 2 (bottom) of 20 different *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sativa*, belonging to 19 cultivars (cultivars names on top of each cTBP fingerprint). At the bottom of figure, asterisks with identical numbers represents identical (case of *1 and *2) or close related fingerprints (case of *3, *4 and *5). Molecular marker: MassRuler™ DNA Ladder (Fermentas, Ontario Canada); M.C.A.: Manzanilla Carrasqueña de Almendralejo.

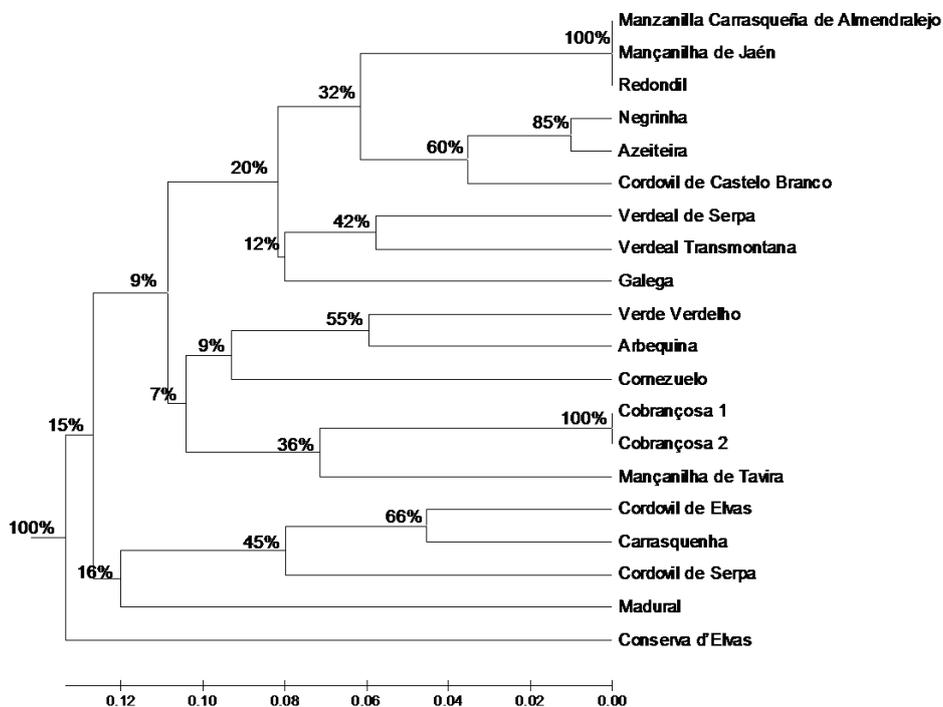


Figure 2 - UPGMA dendrogram constructed based on the cTBP genomic profile of 20 *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sativa* genotypes, belonging to 19 different cultivars. Genetic distances are represented by branch length (distance coefficient). Values at nodes refer to distance coefficient. Percentages on the branches represent bootstrap values of 1000 replicates.

O desenvolvimento de doenças do solo em estévia pode ser controlado com a aplicação de composto orgânico?

Luísa Coelho^{1,2,3}, Mário Reis^{1,2} & Lídia Dionísio^{1,2,4}

¹Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Edifício 8, 8005-139 Faro, Portugal.

²MeditBio, Centre for Mediterranean Bioresources and Food, University of Algarve, Edifício 8, Campus de Gambelas, 8005-191 Faro, Portugal

³ICAAM Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora e Universidade do Algarve, Faro, Portugal

⁴CIMA - Centre for Marine and Environmental Research, University of Algarve, Portugal

Resumo

Numerosos compostos orgânicos manifestam capacidade supressiva para determinadas doenças do solo, devido nomeadamente à actividade de alguns dos microrganismos que os colonizam. Esta capacidade possibilita, em determinadas situações, a utilização dos compostos na protecção das plantas contra doenças do solo. Neste trabalho, cultivou-se estévia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) em vasos de 200 mL, com três substratos diferentes: turfa (T), composto orgânico resultante da compostagem de laranja de refugio, bagaço de uva e aparas de relva (P1), composto orgânico resultante da compostagem de laranja de refugio, bagaço de uva, aparas de relva e substrato da produção de cogumelos (P2), com e sem tratamento térmico. O tratamento térmico foi aplicado colocando os substratos em estufa regulada a 60 °C durante sete dias, originando as modalidades designadas por TT, P1T e P2T, respectivamente. Sete dias antes da plantação da estévia, os substratos colocados nos vasos, foram inoculados com *Sclerotinia rolfsii* e *Rhizoctonia solani*. A inoculação consistiu na colocação, em cada vaso, de dois cilindros, com 6 mm de diâmetro, de meio de crescimento (PDA) em placas de Petri com os agentes patogénicos. Na inoculação de *S. rolfsii*, para além dos dois cilindros com o patógeno, foram também colocados 6 esclerócios. Os vasos de controlo continham os seis substratos testados, sem inóculo. O ensaio incluiu 18 modalidades (6 substratos, dois inóculos e os mesmos 6 substratos sem inóculo - controlo) com 4 repetições e 5 plantas por modalidade e repetição. Durante o ensaio mantiveram-se os substratos humedecidos, e as condições de temperatura e humidade do ar adequadas para o desenvolvimento dos patógenos. Periodicamente, as plantas foram observadas e registada a severidade da doença e o número de plantas mortas. Verificou-se que as doenças evoluíram mais rapidamente quando o substrato tinha recebido tratamento térmico, o que revela o controlo destas doenças por acção biológica. Nos compostos sujeitos a tratamento térmico ocorreu maior número de plantas mortas por *S. rolfsii* e *R. solani*, tendo a sobrevivência da estévia sido superior no substrato P2 e nas modalidades inoculadas com *R. solani*.

Palavras-chave: biocontrolo, antagonistas, compostagem, *Sclerotinia rolfsii*, *Rhizoctonia solani*.

Abstract

The development of soil diseases in stevia can be controlled with the application of organic compound?

Several organic composts show suppressive capacity for some soil diseases, due to the activity of microorganisms which are present in the composts. This capacity promotes the use of composts in the protection of plants against soil diseases. In this work we resorted to stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) in 200 mL pots, with three different substrates, with and without thermic treatment: turf (T), organic compost resulting from the composting of orange waste, grass clippings and grape marc (P1) and organic compost resulting from the composting of orange waste, grass clippings and grape marc and substrate for the production of mushrooms (P2). The thermic treatment was applied by submitting the substrates to an autoclave treatment of 60°C for seven days, originating the varieties designated by TT, P1T and P2T, respectively. Seven days ahead of the stevia plantation the substrates in the pots were inoculated with *Sclerotinia rolfsii* and *Rhizoctonia solani*. To inoculate the pathogens, two cylinders with 6 mm in diameter of growth medium (PDA) from Petri dishes with the pathogen were placed on each pot. To inoculate *S. rolfsii*, however, 6 sclerotia were additionally placed on each pot. The control pots contained the six tested substrates, but without the inoculum. The study had 18 treatments (6 substrates, 2 pathogenic fungi and the same 6 substrates without pathogen - control) with 4 repetitions and 5 plants per modality and repetition. During the test the substrates were kept moist and the conditions of air temperature and humidity were adequate for the development of the pathogens. Periodically the plants were observed, registering the severity of the disease and the number of dead plants. It was concluded that the diseases developed more rapidly when the substrate had received thermic treatment, showing the control of soil diseases by means of biological action. In the composts subjected to thermic treatment a greater number of dead plants by *S. rolfsii* e *R. solani* were observed, while the survivability of stevia was higher in the P2 substrate and in the treatment inoculated with *R. solani*.

Keywords: biocontrol, antagonists, composting, *Sclerotinia rolfsii*, *Rhizoctonia solani*.

Introdução

O recurso a compostos orgânicos na agricultura apresenta várias vantagens. Desde logo, a redução de resíduos e a sua transformação num composto estável que pode ser aplicado na actividade agrícola, tornando-a mais sustentável (Barker, 2001, Ferreira et al., 2002). Os compostos poderão ser aplicados ao solo, tornando-os mais férteis e supressivos para doenças do solo (Hoitink & Fahy, 1986), reduzindo o recurso a fitofármacos com soluções de baixo custo, ambientalmente favoráveis (Martin, 2003) e sem efeitos na saúde pública (Bonanomi et al., 2010). Quando o composto tem origem em resíduos ricos em quitina, como o obtido a partir de resíduos da produção de cogumelos, estimula o desenvolvimento de fungos com a capacidade de a degradar, pela acção da quitinase, potenciando o desenvolvimento de compostos mais supressivos (Sharp, 2013).

A estévia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) é uma planta da família Asteraceae, originária da América do Sul, ainda pouco estudada, mas que apresenta grande potencial de desenvolvimento na Europa. A alta concentração dos glicósidos nas suas folhas atribui-lhe grande importância, sendo um possível substituto de edulcorantes sintéticos (Santos et al., 2000, Ramesh et al., 2006, Ahmed et al., 2007). A estévia é suscetível a *Sclerotinia sclerotiorum* e a *Rhizoctonia solani*, que lhe causam grandes perdas de produção (Ramesh, et al., 2006), sendo portanto importante encontrar soluções de cultivo sustentáveis.

Neste trabalho pretendeu-se estudar o efeito de dois compostos orgânicos no controlo biológico das doenças do solo, provocadas por *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia rolfsii*, na cultura de estévia.

Material e métodos

Através de um processo de compostagem aeróbico de resíduos agro-industriais, com reviramento manual, foram obtidos dois compostos, designados por P1 e P2. O composto P1 resultou da compostagem de laranja de refugo, bagaço de uva e aparas de relva, e o P2 da compostagem de laranja de refugo, bagaço de uva, aparas de relva e substrato da produção de cogumelos (material rico em quitina).

Em placas de Petri com meio de crescimento PDA, desenvolveram-se culturas puras dos fungos patogénicos *Sclerotinia rolfsii* e *Rhizoctonia solani*.

Vasos de 200 mL foram cheios com 6 substratos diferentes: turfa loira (Hansatorf, Alemanha) (T), composto orgânico P1 e composto orgânico P2. Estes substratos foram também sujeitos a um tratamento térmico, em estufa regulada a 60 °C durante sete dias, originando as modalidades designadas por TT, P1T e P2T, respectivamente. O tratamento térmico teve como objectivo a inactivação dos antagonistas dos compostos, permitindo a verificação do carácter biológico da supressividade. O Quadro 1 mostra as características físico-químicas dos substratos utilizados no ensaio e o Quadro 2 as suas populações microbianas.

Os substratos acima descritos foram inoculados com os patogénicos, colocando-se em cada vaso dois cilindros, com 6 mm de diâmetro, de meio de cultura PDA com crescimento do patogénico. No caso de *S. rolfsii*, para além dos dois cilindros com o patogénico, foram também inoculados 6 esclerócios. Os vasos de controlo continham os seis substratos testados mas sem inóculo.

Sete dias após a inoculação dos substratos plantou-se estévia. O ensaio decorreu em estufa, mantendo-se os substratos humedecidos, as condições de temperatura próximas de 30 °C e humidade do ar adequadas para desenvolvimento dos patogénicos, tendo-se criado condições para que permanecesse próxima de 85%.

Semanalmente, as plantas foram observadas e registada a severidade e incidência da doença, assim como o número de plantas mortas. A severidade da doença foi determinada de acordo com a seguinte escala: 1 – planta saudável; 2 – pequena lesão; 3 – média lesão; 4 – grande lesão e 5 – planta morta: “damping-off”.

O estudo decorreu com 3 substratos, com e sem tratamento térmico, num total de 6 substratos, inoculados com duas doenças (*R. solani* e *S. rolfsii*) e respetivos controlos, perfazendo um total de 18 modalidades, as quais foram instaladas em 4 blocos completos casualizados, num total de 360 vasos.

Os resultados foram sujeitos a uma análise da variância e ao teste de separação de médias de Duncan, com o programa de estatística SPSS® (versão 20.0, SPSS Inc.).

Resultados e discussão

Influência do composto na incidência e severidade das doenças

Aos 45 dias após a plantação (DAP), observou-se elevada incidência das doenças nas plantas de estévia, com excepção do controlo onde não se registaram plantas infectadas com os fungos em estudo (Quadro 3).

A incidência de ambas as doenças atingiu 100% nos compostos P1 e P1T, bem como em T, mas neste caso apenas com *S. rolfsii*. Em P1, a mais baixa e menos diversa população microbiológica (Quadro 2) poderá estar na origem da maior incidência da

doença, apresentando este composto menor capacidade supressiva para as doenças em causa.

Os resultados obtidos no controlo comprovam que as doenças tiveram origem no inoculo introduzido nos vasos (Quadro 3).

Os primeiros sintomas de *R. solani* foram registados numa planta, 11 DAP em P1 (Fig. 1). Inicialmente não se registaram diferenças estatísticas entre os diferentes substratos, as quais surgiram apenas 19 DAP, manifestando-se maior severidade nos substratos sujeitos a tratamento térmico, destacando-se o P1T, que permaneceu com menor capacidade supressiva durante todo o ensaio, contrariamente ao P2, que apresentou maior capacidade para impedir o desenvolvimento de *R. solani*, tal como já tinha sido verificado por Coelho & Reis (2013) com compostos resultantes da compostagem de resíduos agro-industriais, na cultura de pepino. O substrato P1, devido às suas características, principalmente menor população microbiológica e maior teor de azoto, apresentou baixa capacidade para controlar *R. solani* (Fig. 1). De acordo com Hoitink *et al.* (1991), o controlo biológico de *R. solani* através de compostos, apenas é conseguido por um grupo limitado de microrganismos, que poderão não estar presentes em P1, por este apresentar menor população de fungos, tanto em quantidade como em diversidade.

Também os sintomas de *S. rolf sii* começaram a ser observados 11 DAP, em todas as modalidades excepto em P1 e P2T (Fig. 1). As diferenças estatísticas registaram-se 19 DAP nos substratos tratados termicamente, evidenciando a origem biológica do controlo de *S. rolf sii*.

Até 33 DAP os substratos P1 e P2 controlaram significativamente o desenvolvimento de *S. rolf sii*, sendo a severidade superior em P1T, sem diferenças em relação a P2T, T e TT. 35 DAP, P2 apresentou valores de severidade significativamente menores, que se mantiveram até ao final do ensaio (Fig. 1).

Para ambas as doenças, aos 45 DAP verificou-se que o substrato P2 apresentou maior capacidade supressiva (Quadro 4), o que poderá ter origem na maior riqueza microbiológica deste substrato, tanto em quantidade como em diversidade (Quadro 4), quando comparado com P1, inclusivamente na quantidade de organismos quitinolíticos.

Nos vasos não inoculados (controlos), as plantas não apresentaram sintomas das doenças em estudo. Nos vasos com os substratos tratados termicamente, a estévia apresentou maiores lesões, sobretudo em P1T quando exposto a *S. rolf sii*. Nos vasos inoculados com *R. solani*, não se verificaram diferenças entre P1T e P2T.

No substrato P1, para ambas as doenças, apesar de as plantas apresentarem menores lesões, a severidade das doenças não apresentou diferenças estatísticas relativamente ao substrato com tratamento térmico (P1T). Este facto poderá ter origem na população microbiológica deste substrato, onde foram isolados menos antagonistas do que em P2 (dados não publicados), sendo também as populações de microrganismos menores.

Influência do composto na sobrevivência das plantas

Verificou-se que, para todos os tratamentos, *S. rolf sii* causou a morte a um maior número de plantas.

O substrato P2 apresentou maior capacidade supressiva, morrendo apenas 10% das plantas expostas a *R. solani* e 20% das expostas a *S. rolf sii*. O efeito supressivo dos compostos deve-se fundamentalmente aos microrganismos presentes (Quadro 2), mostrando a Figura 2 que, nos compostos tratados termicamente ocorreu maior percentagem de mortalidade de estévia, principalmente em P1T, ultrapassando 70%.

Nos vasos onde não se inoculou nenhum patogénico não foram detectadas plantas com *R. solani* ou *S. rolfsii*.

Conclusões

Neste estudo, verificou-se que os compostos orgânicos estudados apresentaram capacidade para suprimir *S. rolfsii* até 33 DAP. A partir desta data o composto P1 perdeu a capacidade de controlo desta doença.

O composto P2 mostrou-se supressivo relativamente a *R. solani* durante todo o ensaio, sendo esta capacidade supressiva de origem biológica, pois não se observou nos substratos sujeitos a tratamento térmico, e tendo-se registado nestes uma maior mortalidade das plantas.

Este trabalho mostrou ainda que a presença de resíduos ricos em quitina poderá proporcionar o desenvolvimento de antagonistas com maior capacidade para impedir o desenvolvimento de doenças do solo, como *R. solani* e *S. rolfsii*.

Agradecimentos

Esse estudo foi parcialmente apoiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia através de uma bolsa de doutoramento para LC (SFRH / BD / 109218/2015).

Referências

- Ahmed, M.B., Salahin, M., Karim, R., Razvy, M.A. & Hannan, M.M. (2007). An efficient method for *in vitro* clonal propagation of a newly introduced sweetener plant (*Stevia rebaudiana* Bertoni.) in Bangladesh. *American Eurasian Journal of Science Research* 2:121-25.
- Barker, A.V. 2001. Compost utilization in sod production and turf management. In: Stoffella, P.J. & Kahn, B.A. (eds.) *Compost utilization in horticultural cropping systems*. Lewis Publications. Boca Raton. pp. 201-225.
- Bonanomi, G., Anignani, V., Capodilupo, M. & Scala, F. 2010. Identifying the characteristics of organic soil amendments that suppress soilborne plant diseases. *Soil Biology and Biochemistry* 42: 136-144.
- Ferreira, J., Conceição, J., Strecht, A., Ribeiro, J., Soeiro, A. & Cotrim, G. 2002. *Manual de agricultura biológica – Fertilização e protecção das plantas para uma agricultura sustentável*. Agrobio. 3ª Edição. Lisboa. pp. 435.
- Hoitink, H.A.J., Inbar, Y. & Boehm, M.J. 1991. Status of composted-amended potting mixes naturally suppressive to soilborne diseases of floricultural crops. *Plant Dis.* 75, 869-873. In: Hoitink, H. A. J., Stone, A. G., Han, D. Y. 1997. Supresión of plant disease by composts. *Hort Science* 32, 184-187.
- Hoitink, H.A.J. & Fahy, P.C. 1986. Basis for control of soilborne plant pathogens with composts. *Annual Review of Phytopathology* 24: 93-114.
- Martin, F.N. 2003. Development of alternative strategies for management of soilborne pathogens currently controlled with methyl bromide. *Annual Review of Phytopathology* 41: 325-350.
- Ramesh, K., Singh, V. & Megeji, N. 2006. Cultivation of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertolini]: A Comprehensive Review. *Advances in Agronomy* 89:137-177.
- Reis, M. & Coelho, L. (2013) Controlling *Rhizoctonia solani* in Cucumber Using Compost of Agro-industrial Residues. *Acta Horticulturae*, 1013: 499-505.
- Santos, G., Guerrero C., Reis M., Miguel, G., Kienle, U. 2000. Stevioside and rebaudioside A foliar leaf content changes in plants of *Stevia rebaudiana* Bertoni as a response to the potassium fertilisation. *Proceedings of the 19º Journées*

Internationales Huiles Essentielles et Extraits. 30 August-2 September, Promotion des Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales (APPAM). Digne les Bains, França.
 Sharp, R.G. 2013. A Review of the applications of Chitin and its derivatives in agriculture to modify plant-microbial interactions and improve crop yields. *Agronomy* 3:757-793.

Quadro 1 - Características físico-químicas¹ dos substratos

	pH	CE (dS.m ⁻¹)	MO (%)	MS (%)	N _{Kj} (%)	IG (%)
T	6	< 15				
P1	7,03	2,12	61,9	49,0	1,86	89,9
P2	7,23	3,34	76,3	45,9	1,49	94,5

¹ CE, condutividade eléctrica; MO, matéria orgânica; MS, matéria seca; N_{Kj}, azoto Kjeldhal; IG, índice de germinação de *Zuconia*.

Para cada substrato (P1 e P2) em cada coluna os valores das médias não mostraram diferenças estatisticamente significativas.

Quadro 2: Populações microbianas nos compostos orgânicos

	Fungos	Bactérias	Actinomicetes	Quitinolíticos	Celulolíticos	Número
			ufc.g ⁻¹		MPN	Antagonistas
P1	2,27x10 ^{11*}	1,60x10 ^{10**}	2,40x10 ^{6***}	1,92x10 ^{6**}	2,30x10 ^{2*}	10
P2	1,02x10 ^{12*}	5,25x10 ^{11**}	2,20x10 ^{6***}	1,62x10 ^{7**}	9,30x10 ^{2*}	12

Para cada composto (P1 e P2) em cada coluna os valores das médias mostram diferenças estatisticamente significativas para: * p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01; ***p ≤ 0,001; sem indicação: sem diferenças significativas. ufc, unidades formadoras de colónias; NPM, número mais provável.

Quadro 3 - Percentagem de incidência das doenças nas plantas nos diferentes substratos

	<i>Sclerotinia rolfii</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	Controlo (sem inóculo)
P1	100a	100a	0c
P1T	100a	100a	0c
P2	85b	90ab	0c
P2T	90ab	95ab	0c
T	100a	95ab	0c
TT	85b	95ab	0c

P1, composto P1; P1T, composto P1 tratado termicamente; P2, composto P2; P2T, composto P2 tratado termicamente, T, turfa; TT, turfa tratada termicamente. Para cada coluna, os valores seguidos da mesma letra não apresentam diferenças estatísticas para p ≤ 0,05 (teste de Duncan).

Quadro 4 - Severidade da doença nos diferentes substratos 45 DAP

	<i>Sclerotinia rolfsii</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	Controlo
P1	3,85ab	3,7ab	1a
P1T	4,4a	3,95a	1a
P2	2,2d	2,15c	1a
P2T	3,3bc	3,1abc	1a
T	3,2bc	2,3bc	1a
TT	2,85cd	4,1a	1a

P1, composto orgânico P1; P1T, composto orgânico P1 tratado termicamente; P2, composto orgânico P2; P2T, composto orgânico P2 tratado termicamente, T, turfa; TT, turfa tratada termicamente. Para cada coluna, os valores seguidos da mesma letra não apresentam diferenças estatísticas para $p \leq 0,05$ (teste de Duncan).

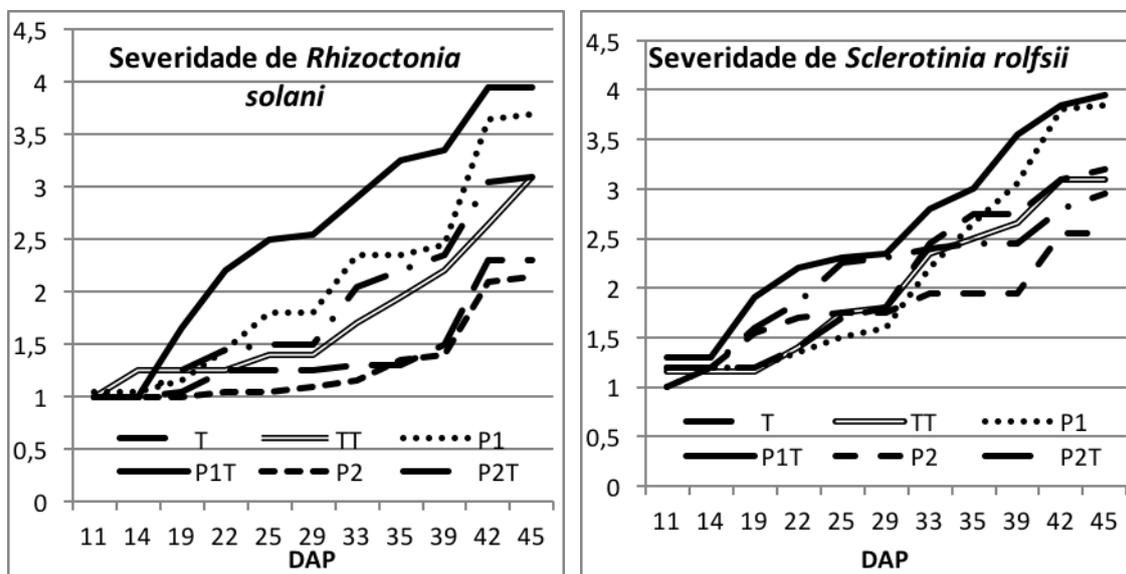


Figura 1 - Evolução da severidade das doenças ao longo do ensaio. A avaliação foi feita numa escala entre 1 e 5, onde: 1, planta saudável; 2, pequena lesão; 3, média lesão; 4, grande lesão e 5, planta morta: “damping-off; P1, composto P1; P1T, composto P1 tratado termicamente; P2, composto P2; P2T, composto P2 tratado termicamente, T, Turfa; TT, turfa tratada termicamente.

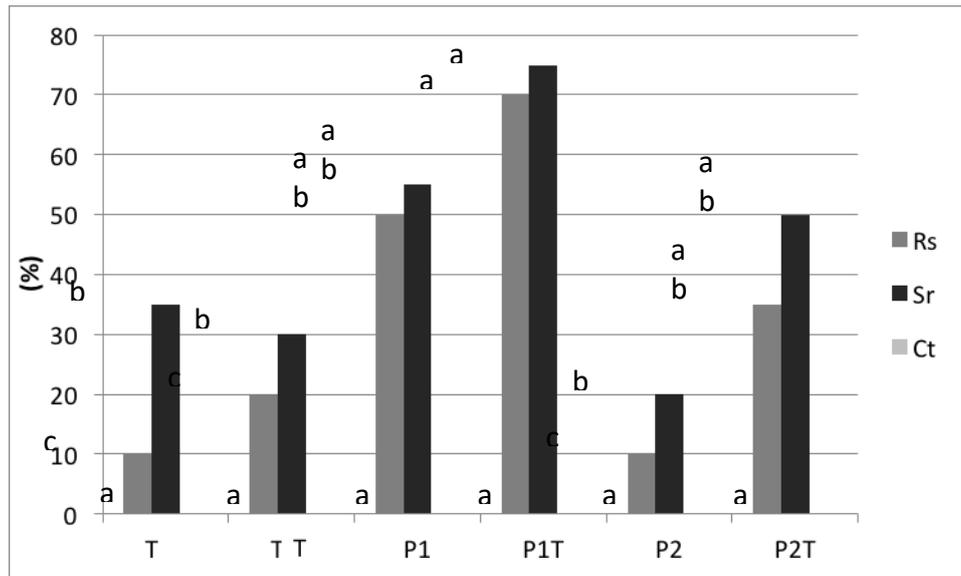


Figura 2 - Mortalidade das plantas sujeitas a *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia rolfsii* e controlo, onde P1, composto P1; P1T, composto P1 tratado termicamente; P2, composto P2; P2T, composto P2 tratado termicamente, T, turfa; TT, turfa tratada termicamente; Rs, *Rhizoctonia solani*; Sr, *Sclerotinia rolfsii*; Ct, controlo. Para cada doença, em cada coluna, as mesmas letras mostram que não existem diferenças estatísticas para $p < 0,05$.

Avaliação da eficácia de diferentes métodos de desinfecção em *explants* de cardo

Costa D. V. T. A.^{1,2}; Santos D.¹ & Barracosa P.^{1,2}

¹Escola Superior Agrária de Viseu – Departamento de Ecologia e Agricultura Sustentável. Quinta da Alagoa - Estrada de Nelas, Ranhados, 3500 - 606 Viseu. daniela@esav.ipv.pt

²Centro de estudos em educação, tecnologias e saúde (CI&DETS). Av. Cor. José Maria Vale de Andrade, Campus Politécnico, 3504 - 510 VISEU

Resumo

A flor de cardo (*Cynara cardunculus* L.) é utilizada como agente coagulante na produção tradicional de queijo. As necessidades atuais em flor e o potencial de crescimento futuro perspectiva a necessidade da propagação de genótipos específicos para a produção de plantas em larga escala. No entanto a propagação vegetativa tem revelado uma reduzida taxa de sucesso. Assim a germinação de sementes *in vitro* e a produção de plantas selecionadas pode ser uma técnica com interesse. Com este trabalho pretendemos comparar diferentes métodos de desinfecção de explant e verificar a metodologia mais adequada. Como explant usamos gomos axilares e sementes obtidas no campo de ensaio da ESAV. Utilizamos os métodos de desinfecção adaptados de Iapichino (2013) (método A) e Boullani *et al.* (2012) (método B). A diferença nestes métodos de desinfecção é que o segundo método (B), para além do hipoclorito de sódio, utiliza também diclorito de mercúrio. O meio de cultura utilizado foi o MS (Murashige & Skoog, 1962) suplementado com 30g L⁻¹ de sacarose, 7g L⁻¹ de agar-agar e 2ml de Benzilamida-purina. Como resultado verificamos que o método de desinfecção B apresentou uma maior eficácia com uma taxa de sucesso de 100%. Os melhores resultados foram obtidos quando utilizámos sementes como *explants*.

Palavras-chave: Cultura *in vitro*, cardo, *Cynara cardunculus* L., método de desinfecção.

Abstract

Evaluation of the efficacy of different methods of disinfection in explants of thistle (*Cynara cardunculus* L.).

The cardoon flower (*Cynara cardunculus* L.) is used as a coagulant in traditional cheese production. The current needs in bloom and potential for future growth perspective the need for the propagation of specific genotypes for the production of large-scale plants. However the vegetative propagation has revealed a reduced success rate. Thus seed germination *in vitro* and the production of selected plants may be a technique of interest. With this work we intend to compare different explant disinfection methods and verify the most appropriate methodology. As explant we use axillary buds and seeds obtained in the ESAV test field. We used two disinfection methods adapted from Iapichino (2013) (method A) and Boullani *et al.* (2012) (method B). The difference in these disinfection methods is that the second method (B), beyond to sodium hypochlorite, also uses mercury dichloride. The culture medium used was MS (Murashige & Skoog, 1962) supplemented with 30g L⁻¹ sucrose, 7g L⁻¹ agar-agar and 2ml Benzylamide-purine. As a result we found that the disinfection method B showed a greater efficiency with a success rate of 100%. The best results were obtained when using seeds as *explants*.

Keywords: *in vitro* culture, cardoon, *C. cardunculus* L., disinfection method.

Introdução

O cardo (*Cynara cardunculus* L.), é uma espécie hemicriptófita, nativa da região mediterrânica que inclui a alcachofra (var. *scolymus* (L.) Fiori), o cardo cultivado (var. *atilis* DC) e o cardo silvestre [var. *sylvestris* (Lamk) Fiori]. Sendo uma espécie alogâmica apresenta uma elevada heterozigocidade e diversidade morfológica, bioquímica e genética (Portis *et al.*, 2005; Scaglione *et al.*, 2009).

O cardo é uma espécie multifuncional com uma elevada diversidade de aplicações (Fernández *et al.*, 2006; Lanteri e Portis, 2008) que pode ajudar a preservar sistemas agrícolas com efeitos positivos no ambiente através da gestão de água e controlo da erosão do solo (Grammelis *et al.*, 2008). As flores do cardo são usadas tradicionalmente na região mediterrânica, como agente coagulante obrigatório para a produção de queijos artesanais com Denominação de Origem Protegida (DOP) (Roseiro *et al.*, 2003; Silva e Malcata, 2005), apresentando um elevado potencial de crescimento no futuro.

A flor de cardo confere aos queijos características específicas em termos de textura e aromas, largamente apreciadas (Rosa & Lidon, 2004). Actualmente a propagação vegetativa de *Cynara cardunculus* L. revela uma reduzida taxa de sucesso (Cavallaro *et al.*, 2004).

A utilização de sementes para propagação de certos génotipos não asseguram o mesmo padrão genotípico e bioquímico. Deste modo, a propagação *in vitro* deve ser introduzida para produzir em larga escala, génotipos selecionados de cardo com características morfológicas e bioquímicas específicas. Ao realizarmos este trabalho pretendemos comparar diferentes métodos de desinfeção de *explants* e verificar a melhor metodologia, assim como verificar qual o tipo de *explant* em que obtemos uma maior taxa de sucesso.

Material e métodos

Como *explant* utilizamos rebentos axilares e sementes de cardo obtidos de plantas do campo experimental da ESAV. Nas sementes de cardo foram realizados dois procedimentos. Num primeiro foram utilizadas sementes intactas e num segundo grupo foram retirados os tegumentos das sementes após realização do processo de desinfeção.

Relativamente aos métodos de esterilização utilizamos o método adaptado de Iapichino (2013) (método A) em que se lavou o *explant* com água corrente durante 15 minutos. De seguida foram imersos numa solução de hipoclorito de sódio (1,05%) com 20 gotas de Tween-20 durante 20 minutos. Posteriormente foram lavados, 3 vezes, com uma solução aquosa estéril de ácido cítrico e ácido ascórbico (100 mg/L), de modo a evitar escurecimento do *explant*. No método adaptado de Boullani *et al.* (2012) colocaram-se os *explants* numa solução de diclorito de mercúrio (0.5%) durante 5 minutos. De seguida os *explants* foram imersos numa solução de hipoclorito de sódio (1,%) com 20 gotas de Tween-20 durante 15 minutos. No final os *explants* foram lavados, 3 vezes, com água destilada estéril.

O meio de cultura utilizado foi o MS (Murashige & Skoog, 1962) suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose, 7 g L⁻¹ de agar-agar e 2ml de Benzilamida-purina, sendo o pH ajustado para 5,6 ± 0,1. Após a realização do meio de cultura este foi esterilizado na autoclave a 121°C durante 20 min.

As culturas foram incubadas a 25±1°C com um fotoperíodo de 16 h de luz.

Resultados e discussão

Na figura 1 podemos observar a taxa de sucesso obtida com os dois métodos de desinfecção do explant quando utilizamos rebentos axilares como explant, onde o método adaptado de Iapichino (2013) não foi efectivo e com o qual não obtivemos qualquer taxa de sucesso.

Com relação a taxa de sucesso obtida com os dois métodos de desinfecção quando utilizamos sementes como explant, observamos que o método adaptado de Boullani *et al.* (2012) apresentou uma elevada taxa de sucesso (100%) nas sementes (Figura 2). Quando comparamos sementes intactas com sementes em que foi retirado o tegumento não observamos diferenças significativas, tendo sido obtida uma elevada taxa de sucesso nas duas situações usando o método adaptado de Boullani *et al.* (2012).

A figura 3 consta a comparação dos dois explants utilizados para o método de desinfecção adaptado de Iapichino (2013). Registamos que foi mais fácil instalar *in vitro* as sementes, uma vez que os rebentos axilares começavam a escurecer passado pouco tempo após serem instalados. No entanto temos que ter em atenção que ao instalarmos *in vitro* sementes temos que confirmar se estas asseguraram os mesmos padrões fenotípicos e bioquímicos dos génotipos que pretendemos.

Conclusões

Com este estudo pretendemos de uma forma preliminar avaliarmos qual o método no qual obtemos uma maior taxa de sucesso para desenvolvermos o estabelecimento de plantas de cardo *in vitro*. Deste modo obtivemos uma maior taxa de sucesso na instalação de sementes comparativamente com rebentos axilares. O método de desinfecção em que obtivemos taxas de sucesso mais elevadas foi o método adaptado de Boullani *et al.* (2012), que utiliza diclorito de mercúrio. Para garantirmos em absoluto o génotipo e a bioquímica que pretendemos temos que continuar a melhorar a técnica de desinfecção de *explants* a partir de gomos axilares ou outras partes vegetativas das plantas. Contudo, o estabelecimento a partir de sementes constitui um bom princípio para a obtenção de sucesso nas fases seguintes.

Referências

- Boullani R., Elmoslih A., Finti A., Mousadik A. & Serghini M. 2012. Improved *in vitro* micropropagation of artichoke (*Cynara Cardunculus var. scolymus L.*). European Journal of Scientific Research. Com. <http://europeanjournalofscientificresearch.com> (consultado em 7/03/2017)
- Cavallaro V., Castiglione V., Avola G. & Finocchiaro E. 2004. Influence of different substrates on the *in vitro* rhizogenesis process of early artichoke (*Cynara Cardunculus L. subsp. Scolymus (L.)* Hegi. Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.). org. http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrnrnr=660_37 (consultado em 7/03/2017).
- Fernández J., Curt M.D. & Aguado P.L. 2006. *Industrial application of Cynara cardunculus L. for energy and other uses*. Industrial Crop and Products, 24, 222-229.
- Ferreira A., Coelho I., Saraiva I., Dargent L., Serrano M., Ferreira M., Duarte F., Valente S., Candeias D., Franco P. & Barreto F. (2012). Plantas Aromáticas e Medicinais: Produção e Valor Económico. Rede Temática para a Valorização dos Recursos Silvestres do Mediterrâneo.pt. http://www.cebal.pt/images/publicacao_pam.pdf (consultado em 21/06/2017).

- Grammelis, P., Malliopoulou, A., Binas, P. & Danalatos, N.G. 2008. Cultivation and characterization of *Cynara cardunculus* for solid biofuels production in the Mediterranean Region. *Int. J. Mol. Sci.* 9(7): 1241-1258.
- Iapichino, G. 2013. Micropropagation of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.). *Methods in Molecular Biology* 994: 369-380.
- Lanteri S. & Portis E. 2008. Globe Artichoke and Cardoon. In: *Vegetables I* (Springer ed) New York: Springer pp. 49-74.
- Murashige T. & Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum* 15: 473-497.
- Portis E., Barchi L., Acquadro A., Macua J. I. & Lanteri S. 2005. Genetic diversity assessment in cultivated cardoon by AFLP (amplified fragment length polymorphism) and microsatellite markers. *Plant Breeding* 124:299-304.
- Rosa I.F.S.; Lindon F.J.C. 2004. Utilização das inflorescências de *Cynara cardunculus* L. na produção de queijo. <https://www.researchgate.net/publication/281650244>.
- Roseiro, L.B., Barbosa, M., Ames, J.M. & Wilbey, R.A. 2003. Cheesemaking with vegetable coagulants-the use of *Cynara cardunculus* L. for the production of ovine milk cheeses. *International Journal of Dairy Technology* 56(2): 76-85.
- Scaglione, D., Acquadro, A., Portis, E., Taylor, C., Lanteri, S. & Knapp, S. 2009. Ontology and diversity of transcript-associated microsatellites mined from a globe artichoke EST database. *BMC Genomics* 10: 454
- Silva, S.V., Malcata, F.X. 2005. Studies pertaining to coagulant and proteolytic activities of plant proteases from *Cynara cardunculus*. *Food Chemistry* 89: 19-26.

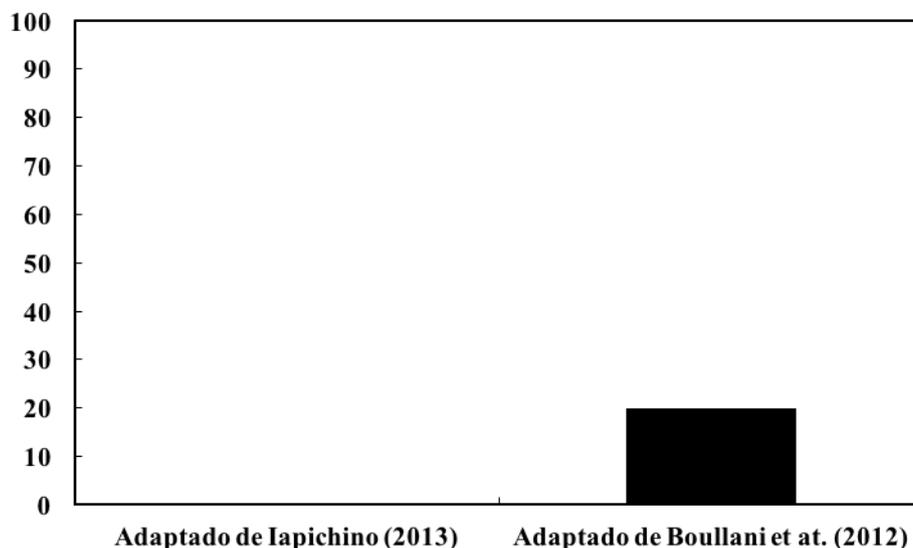


Figura 1 - Taxa de sucesso obtida com os dois métodos de desinfecção do *explant* de rebentos axilares.

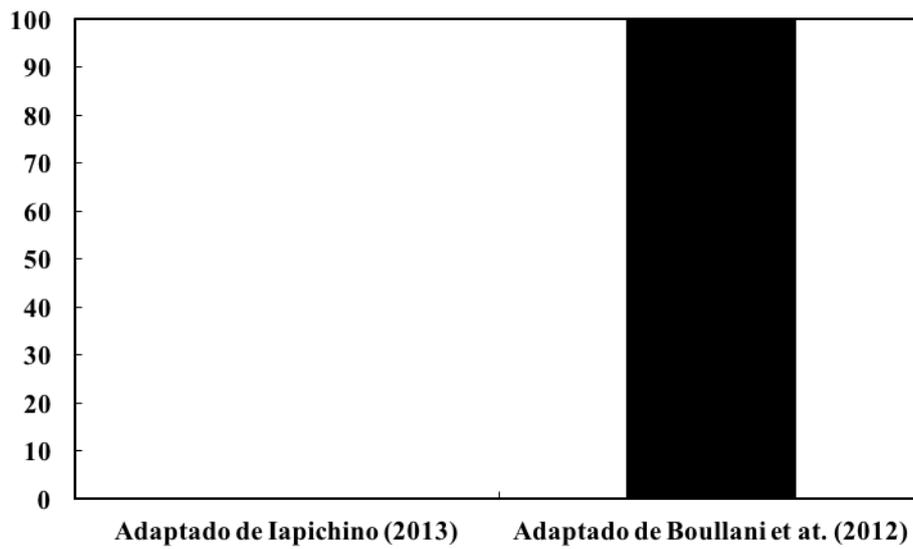


Figura 2 - Taxa de sucesso obtida com os dois métodos de desinfecção do explant de sementes.

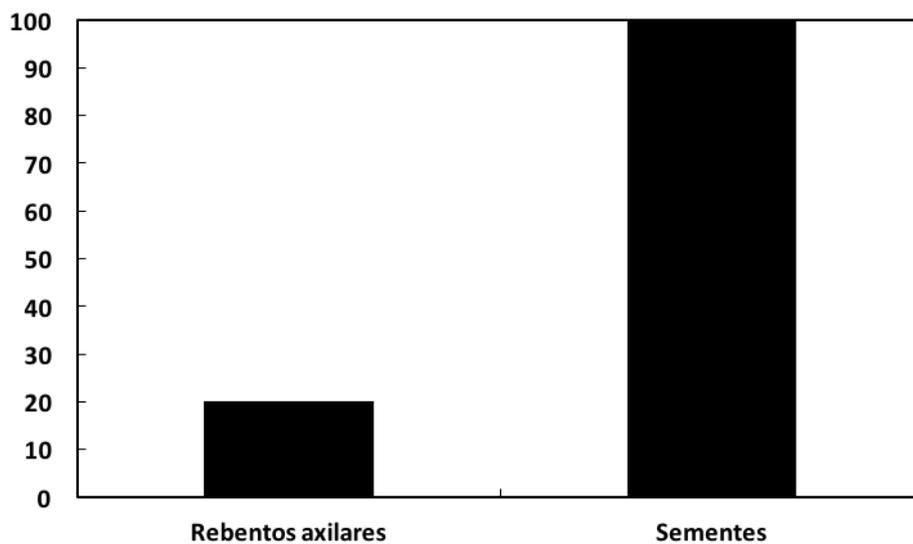


Figura 3 - Taxa de sucesso obtida com o método de desinfecção do *explant* adaptado de Boullani et al. (2012) para os dois *explants*.

Influence of light on micropropagation of *Pterospartum tridentatum* ecotypes: Malcata, Gardunha and Orvalho

Joana Domingues¹, José Carlos Gonçalves^{1,2,3} & Clayton Debiasi¹

¹Centro de Biotecnologia de Plantas da Beira Interior, Qta Sr^a de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Portugal.

²Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Qta Sr^a de Mércules, Apartado 119, 6001-909 Castelo Branco, Portugal.

³CERNAS - Centro de Estudos Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade, 6001-909 Castelo Branco, Portugal.

joana.domingues@ubi.pt; jcgoncalves@ipcb.pt; claytondebiasi@gmail.com

Abstract

Pterospartum tridentatum is an autochthonous shrub abundantly present in Beira Interior, Portugal. This plant was widely used in traditional medicine due to their bioactive compounds. In this region there are various ecotypes of *P. tridentatum* as Malcata, Gardunha and Orvalho. The objective of this work was to evaluate *in vitro* development capacity of the three ecotypes under three different types of light: dark, fluorescent light (cool-white fluorescent lamps) and LED (DR/B/FR 150). Explants previously established *in vitro* conditions, were introduced in MS medium, supplemented with 4,44 µM of BAP and 2,46 µM of IBA to grow under influence of each type of light. The assay was carried out in cycle of 45 days. At the end of multiplication cycle different biometric and biochemical parameters were recorded. In dark treatment all the explants of all ecotypes showed absent of color in stalks, as well as, the low content of chlorophylls. Another characteristic of this treatment was the highest elongation of the explants. The fluorescent light treatment promoted the higher number of new shoots and fresh weight, with Gardunha had an average of 8 new shoots and bigger fresh weight (0,5049 g). LED treatment produced explants with dark green coloration, however with low fresh weight, in the Orvalho ecotype. As expected the LED treatment showed the highest chlorophylls content. All ecotypes showed capacity of propagation and Gardunha ecotype was the best adapted to the different treatments. However, this experiment permitted to know the behavior of these three ecotypes in different types of illumination and also allowed understanding the best and more efficient *in vitro* development conditions for these ecotypes of *Pterospartum tridentatum*.

Keywords: *in vitro* development, artificial light, dark, LED, prickled broom.

Resumo

Influência da luz na micropropagação de ecótipos de *Pterospartum tridentatum*: Malcata, Gardunha e Orvalho

Pterospartum tridentatum conhecida por carqueja cresce espontaneamente com relativa abundância na Beira Interior. É uma planta bastante utilizada na medicina tradicional para o tratamento de diversas doenças devido à produção de compostos bioativos. Nesta região podemos encontrar diversos ecótipos: Malcata, Orvalho e Gardunha. O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de propagação *in vitro* dos três ecótipos sob diferentes tipos de luminosidade: escuro, luz fluorescente e LED

(DR/B/FR 150). Os explantes dos ecótipos, previamente estabelecidos *in vitro*, foram introduzidos em meio MS, suplementado com 4,44 μM of BAP and 2,46 μM of IBA. O ensaio decorreu durante um ciclo de 45 dias, no final do ciclo, foram avaliados parâmetros biométricos e o teor de clorofilas e carotenóides. No tratamento do escuro, as maiores diferenças surgiram na coloração dos explantes, apresentando explantes com ausência de coloração verde no caule, e conseqüentemente menor teor de clorofilas. Outra característica deste tratamento foi a produção de explantes com maior comprimento (9,5 cm). O tratamento sob luz fluorescente caracterizou-se por apresentar explantes com maior número de novos rebentos e maior peso fresco, no ecótipo Gardunha obteve-se uma média de 8 novos rebentos e um peso fresco médio de 0,5049 g. Como seria de esperar, o tratamento LED produziu explantes com maior teor de clorofilas. Todos os ecótipos revelaram capacidade de propagação nas condições estudadas, verificando-se que o ecótipo Gardunha revelou melhor adaptação aos diferentes tratamentos. Este estudo contribuiu para futuras adaptações de condições mais eficientes no desenvolvimento *in vitro* dos ecótipos de *Pterospartum tridentatum*.

Palavras-chave: propagação *in vitro*, luz fluorescente, LED, escuro, carqueja.

Introduction

Pterospartum tridentatum (L.) Willk. is an European endemic shrub, belonging to Fabaceae family (Talavera, 1999) that is very common in the Portugal mountains namely in Beira Interior region. In this region, *P. tridentatum* grows spontaneously in acidic soils and can be found in different mountains as Malcata, Gardunha and Orvalho. This shrub can grow up to 100 cm, presenting yellow flowers, alternates branches and coriaceous winged stems (Teixeira & Pereira, 2004; Ferreira et al., 2012). Rural populations harvest flowers and leaves for use in traditional medicine. After drying it is used for hot infusions for treatment of many health disorders as intestinal problems, rheumatism, colds, stomach ache and diabetes, due to the presence of bioactive compounds (Vitor et al., 2004; Grosso et al., 2007; Neves et al., 2009). It is notable the value that this plant has for local populations and for treatment of their health problems and therefore it is important to establish it in *in vitro* conditions in order to preserve the natural populations. Not only for possible establishment of cultivation fields but also for establishment of efficient protocols of propagation with objective of obtaining bioactive compounds. The micropropagation has been the great tool for propagation of plants at risk or low in abundance and which have some phytochemical interest. Through micropropagation techniques it is possible to obtain a larger production and more uniform plants, avoiding a massive harvest of plants in their natural habitat. Naturally, the growth and development of plants in field is affected by biotics and abiotic factors, namely, temperature, humidity, water and nutrients availability, altitude, herbivore attacks, among others. In *in vitro* conditions, the majority of these factors also may be considered for a suitable development of plants, the quality and physiological condition for micropropagated explants are of great importance both in the subsequent multiplication and acclimatization for *ex vitro* conditions. Light is a crucial factor for development and multiplication of plants, in *in vitro* conditions is used artificial light, namely fluorescent lamps (Gupta & Jatothu, 2013). The power consumption of these lamps is expensive and produces a wide range of wavelengths (350-750 nm) needless for plant growth (Bello-Bello et al., 2017). Light quality plays an important role for photomorphogenesis, phototropism and photosynthesis, influencing the way in which light is absorbed by the chlorophyll (Tripathy & Brown, 1995). Light quality is the most

important propriety of lamps and can be evaluated by spectral distribution and the radiation output (Tantau, 1997). Currently, light emitting diodes (LEDs) have been developed and applied for *in vitro* plant propagation in growth rooms. LEDs show some advantages over existing systems such as wavelength specificity and narrow bandwidth, small size, long lifetime and low power consumption (Massa et al., 2008; Gupta & Jatothu, 2013). Several studies have been realized using LEDs lights on micropropagation of different plants, Tripathy & Brown (1995) studied the effect of LEDs on chlorophyll biosynthesis in wheat, another studies confirm the better growth and development of explants using LEDs light compared with conventional systems (Lian et al., 2002; Kim et al., 2004; Nhut et al., 2005). Although light may be essential, some studies were performed in darkness (Leshem et al., 1982; Bach, 1987) where they emphasized the beneficial morphologic effects of darkness on plant growth. Initial studies for *P. tridentatum* micropropagation were established by Diogo et al. (2013) and Coelho (2015) where they was noted that the best composition medium for multiplication of this specie was MS (Murashige & Skoog, 1962) supplemented with 1 mg L⁻¹ BAP and 0,5 mg L⁻¹ for three ecotypes, using fluorescent light. In this work, we evaluated the growth and development of three *P. tridentatum* ecotypes in different treatments of light, dark, fluorescent light and LEDs and their chlorophylls content.

Materials and methods

Plant material and culture conditions

Nodal segments of *P. tridentatum* ecotypes, Malcata, Gardunha and Orvalho were micropropagated in a gelled medium containing MS nutrients (Murashige & Skoog, 1962), 3% (w/v) sucrose, supplemented with 4,44 µM 6-benzylaminopurine (BAP) and 2,46 µM indole-3-butyric acid (IBA), added 7 g L⁻¹ agar and pH adjusted to 5,5 before autoclaving (*Steri 21 Lab*) at 216,9 kPa for 20 minutes at 121 °C. These explants were placed under dark, fluorescent lamps (OSRAM, L58W/840) with 50 µmol m⁻² s⁻¹ PPFD (light intensity) and LED lamps DR/B/FR 150 (PHILIPS, GreenPower LED) with 62,5 µmol m⁻² s⁻¹ PPFD. After 45 days in these conditions, ten nodal segments with 1,5 cm length were placed in glass flasks during a new cycle of 45 days. At the end of cycle the biometrics parameters and chlorophylls and carotenoids contents were evaluated.

Evaluation of culture growth

For evaluation of culture growth, the length of explants, new shoot number, multiplication factor (nodal segments number with 1,5 cm obtained from each explant), callus and roots presence, color of leaves, using a reference grade (figure 1) were evaluated. Fresh and dry weights were also recorded at the end of cycle. Dry weight was determined after drying the material at 105 °C after 24 hours. For growth parameters analysis 20 random explants were selected.

Chlorophylls and carotenoids contents

Chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids contents were estimated based on the procedure described by Sumanta et al. (2014) with some modifications. 30 mg of fresh leaves were weighted and macerated in a mortar with 1 mL of 96 % ethanol, collecting this solution in a microtube. The mortar was cleaned with more 1 mL of 96 % ethanol and this last solution was mixed at the first solution in a same microtube. After, this mixture was centrifuged at 12000 rpm for 10 min at 4 °C. The supernatants were collected and the absorbance of solution was measured at 470, 649 and 665 nm in spectrophotometer (*Specord, 200 PLUS, Germany*), the same solvent was used as blank.

For determination of chlorophyll-a, chlorophyll-b and carotenoids contents were using the following formulas:

$$Chl\ a = (13,95 \times A_{665} - 6,88 \times A_{649})$$

$$Chl\ b = (24,96 \times A_{649} - 7,32 \times A_{665})$$

$$Car = (1000 \times A_{470} - (2,05 \times Chl\ a - 114,8 \times Chl\ b)) / 245$$

The results were expressed on $\mu\text{g mL}^{-1}$ of chlorophyll and carotenoids per 100 g fresh weight.

Statistic analysis

To evaluate differences in morphological parameters we used Wilcoxon tests between variables because data did not have a normal distribution, p-value < 0,05 were considered to be significant. The statistical analysis was performed on SPSS software, version 23.

Results and discussion

Effect of lightening in morphologic characteristics

The results of morphologic parameters are presented in Table 1. In dark treatment is observable that the ecotype Malcata had a bigger length comparatively to fluorescent and LED treatments. For Malcata and Orvalho ecotypes the smaller length was obtained under fluorescent light. The highest of new shoot number was verified in Gardunha under dark and fluorescent light with values 6 and 8, respectively. The highest multiplication factor were verified in Gardunha under fluorescent light, even as the highest fresh and dry weights (figure 2) with values 0,5049 g and 0,0762 g, respectively. In agreement with our results, this ecotype was more suitable at different treatments. According to other studies, the use of LED on micropropagation resulted in identical or higher fresh weight than when it was used fluorescent light, as it happened in Malcata under fluorescent and LED light (Kim et al., 2004; Lian et al., 2002; Shin et al., 2008). The evaluation of fresh weight is important to verify the normal development of culture, however dry weight is also significant because shows compounds content of explants biological structures. For Orvalho ecotype there were no differences in multiplication factor for all treatments. According to scale established previously for color of leaves (figure 1), the dark treatment showed a translucent green, attributed value 4, in fluorescent light the explants shown the level 1-2, as dark green and green, respectively, and LED treatment was characterized by level 1 of color, as dark green. In all treatments it was confirmed the absence of roots. Callus was present in all treatments, namely in dark treatments where callus size increased, which may be due to callus photosensitive to auxin used (IBA) and its accumulation promoted callus formation (Koshiba et al., 1993; Yokawa et al., 2014). The importance of the dark treatments focuses to evaluate the growth capacity of cultures in absence of light, contributing to the reduction of production costs and micropropagation facility. These results support the hypothesis that the explants cultivated in the darkness can be submitted to the next micropropagation stage, cultivation under regular light intensities, and have its phytochrome system reactivated and the tissue re-pigmented. Also the action of plant growth regulators (as auxins and cytokinins) is light-dependent and they show remarkable degradation when exposed to the light, particularly auxins (Neumann et al., 2009). This fact could be the response to dark treatment, which is more dependent on media components, for example the growth regulators and their degradation. According with results it is possible to verify that for the same species, each variety had different responses in their growth according with different light conditions, these aspects are

important for to adapt the best *in vitro* conditions for each culture.

Effect of lightening in chlorophylls and carotenoids content

Chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids are crucial for photosynthetic process in plants, the content of foliar pigments depends on the species and their content varies with internal factors and environmental conditions, namely with light. Several studies proved that blue and red LED are greatly efficient for plant photosynthesis. Blue light is important for chlorophyll biosynthesis, stomatal opening, maturation of chloroplast and photosynthesis (Tibbitts et al. 1983), while red LED exerted beneficial effects on the explants length under *in vitro* conditions (Gupta & Jatothu, 2013). Chlorophyll a (Chl a) is an ubiquitous pigment and can be used as a global biomass indicator (Denant et al., 1991). According Saebo et al. (1995), an important aspect of chlorophyll a is the plantlets with the smallest chlorophyll content thus seem to use the chlorophyll more efficiently than plantlets with excessive chlorophyll. As expected, our results (figure 3) in dark treatments were obtained the smallest chlorophylls content, that confirm the importance of light in development of these biological substances (Tripathy & Brown, 1995). Bello-Bello et al. (2017) also shown lows values of chlorophylls in dark treatments. The highest chlorophyll a content was obtained in Gardunha LED at corresponding with a color level 1 (dark green). For all ecotypes we obtained the highest value of chlorophyll a in LED treatment, that agree with others authors, they also obtained the best values of Chl a in LED treatments comparing with fluorescent light (Shin et al., 2008; Hung et al., 2016).

Conclusions

The quality and development of *in vitro* cultures are very important for their suitable growth. Environmental concerns and research of more efficient *in vitro* methodologies are also an apprehension for industries and research centers. With our results it is possible to verify that the dark treatment is a good way for *P. tridentatum* micropropagation, however further studies are required to confirm their suitable *ex vitro* acclimatization. Also it was verified that for same species but different ecotypes, the lightening effect had an influence in growth *P. tridentatum*, suggesting that there are ecotypes more adapted at light changes than others.

Acknowledgments

This study was supported by Centro de Biotecnologia de Plantas da Beira Interior.

References

- Bach, A. 1987. The capability of *in vitro* regeneration of various cultivars of *Freesia hybrida*. Acta Horticulturae 212: 715-718.
- Bello-Bello, J., Pérez-Sato, J.A., Cruz-Cruz, C.A. & Martínez-Estrada, E. 2017. Light-Emitting diodes: progress in plant micropropagation. InTechOpen 93-103.
- Coelho, M. T. 2014. Estudos de propagação *in vitro*, caracterização e valorização de carqueja (*Pterospartum tridentatum* (L.) Willk). Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. Tese de Doutoramento. p. 100-117 .
- Denant, V., Saliot, A. & Mantoura, R.F.C. 1991. Distribution of algal chlorophyll and carotenoid pigments in a stratified estuary: the Krka River, Adriatic Sea. Marine Chemistry 32: 285-297.

- Diogo, M.G., Seco, M.F., Moldão-Martins, M., Alves, V., Coelho, M.T., Gonçalves, J.C. & Canavarro, M.C. 2013. Micropropagation of *Pterospartum tridentatum* (L.) Willk Multiplication Phase. *Acta Horticulturae* (ISHS) 990: 391-396.
- Ferreira, F. M., Dinis, L. T., Azedo, P., Galhano, C. I. C., Simões, A., Cardoso, S.M., Domingues, M., Pereira, O.R., Palmeira, C.M. & Peixoto, F. P. 2012. Antioxidant capacity and toxicological evaluation of *Pterospartum tridentatum* flower extracts. *CyTA-Journal of Food* 10(2): 92-102.
- Grosso, A.C., Costa, M. M., Ganço, L., Pereira, A. L., Teixeira, G., Lavado, J. M. G., Figueiredo, A.C., Barroso, J.G. & Pedro, L. G. 2007. Essential oil composition of *Pterospartum tridentatum* grown in Portugal. *Food Chemistry* 102(4): 1083-1088.
- Gupta, S.D. & Jatothu, B. 2013. Fundamentals and applications of lightemitting diodes (LEDs) in *in vitro* plant growth and morphogenesis. *Plant Biotechnology Reports* 7: 211-220.
- Hung, C.D., Hong, C.H., Kim, S.K., Lee, K.H., Park, J.Y., Dung, C.D., Nam, M.W., Choi, D.H. & Lee, H.I. 2016. *In vitro* proliferation and *ex vitro* rooting of microshoots of commercially important rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei* Reade) using spectral lights. *Scientia Horticulturae* 211: 248-254.
- Kim, S., Hahn, E., Heo, J. & Paek, K. 2004. Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets *in vitro*. *Scientia Horticulturae* 101: 143-151.
- Koshiba, T., Yamauchi, K., Matsuyama, H., Miyakado, M., Sori, I. & Satô, M. 1993. Flavin-Photosensitized production of indole-3-acetaldehyde from tryptophan. *Tetrahedron Letters* 34: 7603-7606.
- Leshem, B., Lilien-Kipnis, H. & Steinitz, B. 1982. The effect of light and of explant orientation on the regeneration and subsequent growth of bulblets on *Lilium longiflorum* T. bulbscale sections cultured *in vitro*. *Scientia Horticulturae* 17: 129-136.
- Lian, M.L., Murthy, H.N. & Paek, K.Y. 2002. Effects of light emitting diodes on the *in vitro* induction and growth of bulblets of *Lilium* oriental hybrid 'Pesaro'. *Science Horticulturae* 94: 365-370.
- Massa, G.D., Kim, H.H., Wheeler, R.M. & Mitchell, C.A. 2008. Plant productivity in response to LED lighting. *HortScience* 43: 1951-1956.
- Murashige, T. & Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473-497.
- Neumann, K., Kumar, A. & Imani, J. 2009. *Plant Cell and Tissue Culture: A Tool in Biotechnology Basics and Application*. Springer, Berlin, Germany.
- Neves, J. M., Matos, C., Moutinho, C., Queiroz, G. & Gomes, L. R. 2009. Ethnopharmacological notes about ancient uses of medicinal plants in Trás-os-Montes (northern of Portugal). *Journal of Ethnopharmacology* 124(2): 270-283.
- Nhut, D.T., Takamura, T., Watanabe, H., Okamoto, K. & Tanaka, M. 2005. Artificial light source using light-emitting diodes (LEDs) in the efficient micropropagation of *Spathiphyllum* plantlets. *Acta Horticulturae* 692:137-142.
- Saebø, A., Krekling, T. & Appelgren, M. 1995. Light quality affects photosynthesis and leaf anatomy of birch plantlets *in vitro*. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 41: 177-185.
- Shin, K.S., Murthy, H.N., Heo, J.W., Hahn, E.J. & Paek, K.Y. 2008. The effect of light quality on the growth and development of *in vitro* cultured *Doritaenopsis* plants. *Acta Physiologiae Plantarum* 30: 339-343.
- Sumanta, N., Haque, C.I., Nishika, J. & Suprakash, R. 2014. Spectrophotometric

- analysis of chlorophylls and carotenoids from commonly grown fern species by using various extracting solvents. *Research Journal of Chemical Sciences* 4(9): 63-69.
- Talavera, S. 1999. CSIC (Centro Superior Investigaciones Científica). p. 44-137. In: *Flora Iberica*, Vol. VII(I), Madrid.
- Tantau, H. J. 1997. Technical and energetic aspects of artificial lighting. *Proc. Third International Symposium Artificial Lighting*. Germany. p. 177-188.
- Teixeira, G. & Pereira, A. L. 2004. Winged stems in *Pterospartum tridentatum*: morphoanatomical study. *Acta Botanica Gallica* 151(1): 103-109.
- Tibbitts, T.W., Morgan, D.C. & Warrington, J.J. 1983. Growth of lettuce, spinach, mustard and wheat plants under four combinations of high-pressure sodium, metal halide and tungsten halogen lamps at equal PPFD. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 108: 622-630.
- Tripathy, B.C. & Brown, C.S. 1995. Root-shoot interaction in the greening of wheat seedlings grown under red light. *Plant Physiology* 107: 407-411.
- Vitor, R. F., Mota-Filipe, H., Teixeira, G., Borges, C., Rodrigues, A. I., Teixeira, A. & Paulo, A. 2004. Flavonoids of an extract of *Pterospartum tridentatum* showing endothelial protection against oxidative injury. *Journal of Ethnopharmacology* 93(2-3): 363-370.
- Yokawa, K., Koshiba, T. & Baluška, F. 2014. Light-dependent control of redox balance and auxin biosynthesis in plants. *Plant Signaling & Behavior* 9(6): e29522.



Figure 1 - Reference grade established for color of leaves of *P. tridentatum* (1- dark green; 2- green; 3- light green and 4- translucent green).

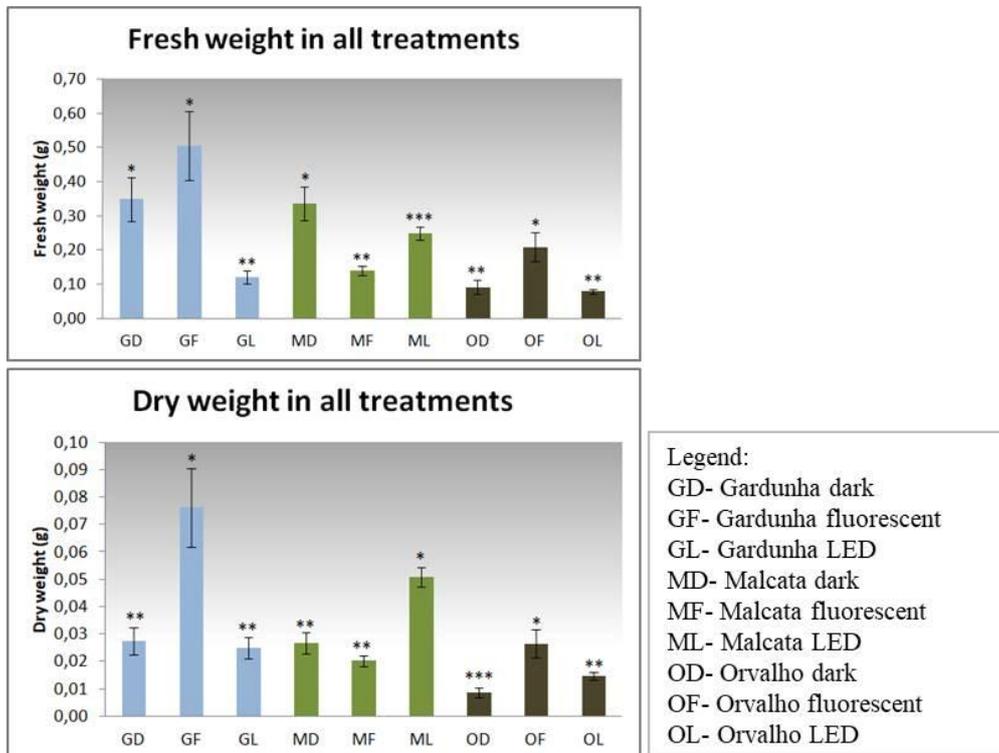


Figure 2 - Results of average fresh and dry weights in dark, fluorescent light and LED treatments for *P. tridentatum* Gardunha, Malcata and Orvalho ecotypes. Different signal (*) means significant differences between same ecotype ($p < 0,05$).

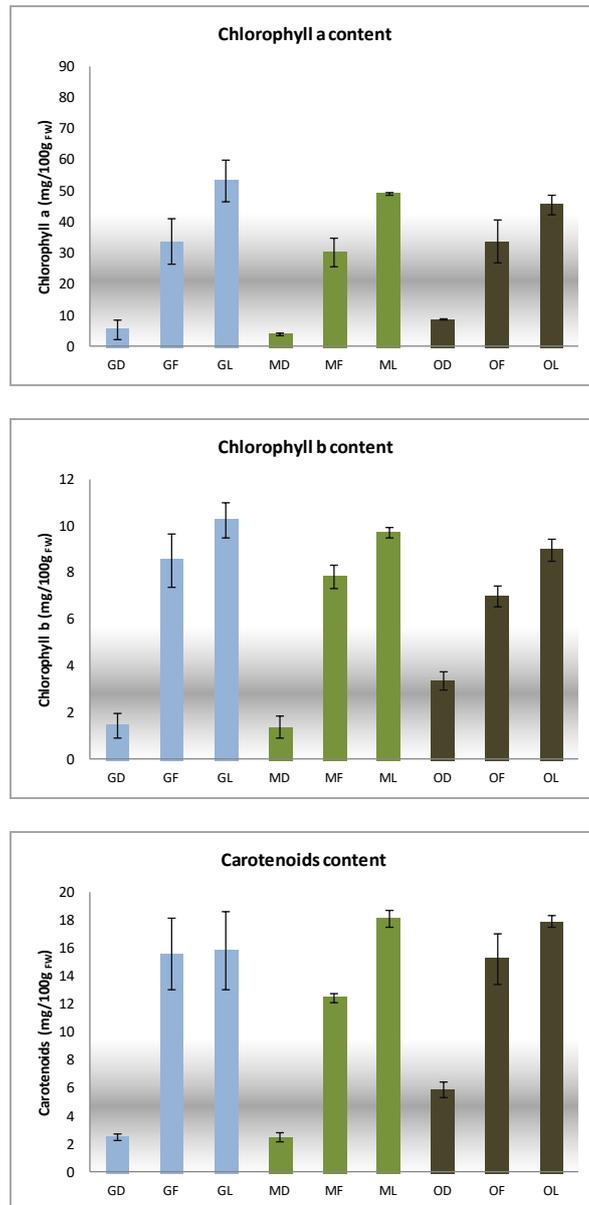


Figure 3 - Results of average chlorophyll a, b and carotenoids content in treatments dark, fluorescent light and LED for *P. tridentatum* Gardunha, Malcata and Orvalho ecotypes. See legend of Figure 2. Results in terms of average and standard deviation of triplicates.

Table 1 - Results of length, new shoot number and multiplication factor of three *Pterospartum tridentatum* ecotypes (M- Malcata, G- Gardunha and O- Orvalho).

Treatment	Length (cm)			New shoot number			Multiplication factor		
	M	G	O	M	G	O	M	G	O
Dark	9,5±1,1 ^{a:A}	5,9±1,3 ^{a:B}	3,4±1,6 ^{a,b:C}	4±1,7 ^{a:A}	6±3,1 ^{a,b:A}	3±1,6 ^{b:B}	14±5,2 ^{a:A}	13±7,1 ^{a:A}	4±2,8 ^{a:B}
Fluorescent	3,6±0,6 ^{c:B}	5,1±1,7 ^{a,b:A}	3,2±0,7 ^{b:C}	2±1,2 ^{c:C}	8±3,5 ^{a:A}	5±2,3 ^{a:B}	2±1,8 ^{c:C}	15±8,5 ^{a:A}	5±3,7 ^{a:B}
LED	4,1±0,7 ^{b:A}	4,3±0,7 ^{b:A}	4,2±0,9 ^{a:A}	3±1,2 ^{b:B}	5±2,5 ^{b:A}	3±0,8 ^{b:B}	4±2,1 ^{b:B}	8±3,9 ^{b:A}	4±1,0 ^{a:B}

Data are presented as average of 20 explants per treatment ± standard deviation. Different lower case letters indicate significant differences between treatments for same ecotype and different capital letters indicate significant differences between ecotypes for same treatment ($p < 0,05$).

Effect of different nutritional basal media culture on *in vitro* development of *Arbutus unedo* L.

Nelson Farinha¹, José Carlos Gonçalves^{1,2,3} & Clayton Debiasi^{1*}

¹CBPBI - Centro de Biotecnologia de Plantas da Beira Interior, Qta Sra de Mércules, 6001-909, Castelo Branco, Portugal. *claytondebiasi@gmail.com

²Instituto Politécnico de Castelo Branco, 6001-909 Castelo Branco, Portugal.

³CERNAS – Centro de Estudos em Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade.

Abstract

Strawberry tree, *Arbutus unedo* L., is a species widely represented in the Mediterranean climates of southern Europe, being a very economically, medical, and ecological interesting species, been known to withstand some hard climate conditions. The aim of this study was to evaluate the *A. unedo* sensibility according to different nutritional basal media culture in *in vitro* conditions. Based on it, three different basal media were tested: Murashige and Skoog (MS), Woody Plant Medium (WPM) and Driver and Kuniyuki (DKW), with the respective vitamin composition. The culture media were supplemented with 4.44 μM 6-Benzylaminopurine (BAP) and 30gL⁻¹ sucrose, with pH adjusted to 5.6 before autoclaving. Biometrics characteristics were evaluated (number of shoots, longest shoot length and multiplication factor) on three *in vitro* cultivation cycles (with 30 days each). None of the variables presented significant differences, regardless the nutritional basal media used. It was also noticed, based on visual analysis of leaves, no indicative of nutritional deficiency (absence) or nutritional toxicity (excess). These results indicate that *A. unedo in vitro* performance is quite independent of the nutritional basal media culture used. These results confirm that this species is very resilient and with a high plasticity in terms of adaptability to different nutritional composition. Therefore, based on these results, is possible to state that *A. unedo* is not responsive to the nutritional basal media used during *in vitro* development and then, the efforts to get development improvement should be focused on finding the more appropriate growth regulators combination. Moreover, finding better adjust of some physical parameters applied on *in vitro* growth condition for this species could improve its performance (light, temperature and photoperiod).

Keywords: strawberry tree, micropropagation, BAP, nutritional media, plasticity.

Resumo

Efeito de diferentes formulações nutricionais de meios de cultura no desenvolvimento *in vitro* de *Arbutus unedo* L.

O medronheiro, *Arbutus unedo* L., é uma espécie amplamente representada nos climas mediterrâneos do sul da Europa, com importante interesse económico, medicinal e ecológico, sendo também conhecida por suportar situações climáticas adversas. O objetivo deste estudo foi a utilização de diferentes formulações nutricionais de meios de cultura *in vitro* aplicados em micropropagação, de forma a avaliar a sensibilidade do *A. unedo* durante o seu crescimento e desenvolvimento *in vitro*. Com base nisso, três conhecidas formulações nutricionais foram testadas: Murashige e Skoog (Meio MS), Woody Plant Medium (meio WPM) e Driver e Kuniyuki (meio DKW) com respetivas composições vitamínicas. Os meios de cultura foram suplementados com 4,44 μM de 6-

Benzilaminopurina (BAP) e 30gL^{-1} de sacarose, com o pH ajustado a 5,6 antes da autoclavagem. Foram realizados três ciclos de cultivo (com 30 dias cada), acompanhados de avaliações biométricas (número de rebentos, comprimento do maior rebento e fator de multiplicação). Os resultados demonstraram que nenhum dos parâmetros avaliados apresentou diferenças significativas, independentemente da formulação nutricional utilizada no meio de cultura basal. Também foi observado, com base na análise visual das folhas, que não ocorreram indicadores de deficiência ou toxicidade nutricional. Os resultados deste estudo indicam que, para os meios testados o desempenho *in vitro* de *A. unedo* é, em algum nível, independente do meio nutricional basal, confirmando que esta é uma espécie muito resiliente e com uma elevada plasticidade em termos de adaptabilidade às diferentes composições nutricionais. Com base nos resultados é possível afirmar que *A. unedo* não é exigente em termos de constituição do meio nutricional para seu desenvolvimento *in vitro* e que os esforços para melhorar a sua performance *in vitro* podem ser focados noutros parâmetros, como por exemplo nos reguladores de crescimento, e/ou nos fatores físicos de controlo de ambiente (luz, temperatura ou fotoperíodo).

Palavras-chave: medronheiro, micropropagação, BAP, meio nutricional, plasticidade.

Introduction

Commonly known as strawberry tree, *Arbutus unedo* is a species native to Ireland, southern Europe, and the western Mediterranean region where it grows spontaneously in several countries (Piotto et al., 2001). Strawberry tree is a most interesting species economically, with its fruits being edible and traditionally used to make a strong-tasting spirit called “medronheira” (Gomes and Canhoto, 2009). In folk medicine, the fruits and leaves have been used as an astringent, diuretic, antirheumatic and against urinary infections (Cardoso, 2004). From an ecological view, strawberry tree contributed to maintain biodiversity of the fauna, helps to stabilize soils, can be used for land recovery, and it is fire resistant with a strong regeneration capacity (Pedro, 1994; Piotto et al., 2001; Godinho-Ferreira et al., 2005). Moreover, *A. unedo*, can withstand low temperatures and is tolerant to drought (Piotto et al., 2001). In recent years, it has been observed an increasing demand for *A. unedo* plants, which led to a request for a more effective propagation protocols. Micropropagation could present a valuable alternative to the conventional methods, increasing the multiplication rates (McComb and Bennett, 1986; Gonçalves and Roseiro, 1994; Gomes and Canhoto, 2003). Previous studies have shown that *in vitro* shoot proliferation of *A. unedo* could be accomplished using shoot explants from either potted greenhouse plantlets or from adult plants (Mereti et al., 2002; Gomes and Canhoto, 2009). Cytokinins are usually used on the micropropagation media to stimulate shoot proliferation, and promising results were obtained on strawberry tree with the application of 6-Benzylaminopurine (BAP) or thidiazuron (TDZ) to the culture media (Gomes and Canhoto, 2009; El-Mahrouk et al., 2010). The reports for micropropagation on *A. unedo* are yet scarce, and although Gomes and Canhoto (2009) presented a reliable protocol for shoot proliferation on adult trees, there still some variables, such as mineral composition of the culture media, that must be considered for the development of a high efficient micropropagation protocol. The aim of this study was to evaluate the effects of different nutritional basal media on the *in vitro* propagation of *A. unedo*, using explants obtained from an established *in vitro* culture.

Material and methods

Plant material and culture conditions

Strawberry tree (*Arbutus unedo*) explants from the same genotype (clone LV2) previously growing in *in vitro* culture were used for the propagation studies in this work. The explants with two nodal segments were prepared and transferred on three different nutritional basal media: Treatment 1 (T1), Murashige and Skoog (MS) medium, Treatment 2 (T2), Woody Plant Medium (WPM) and Treatment 3 (T3) Driver and Kuniyuki (DKW) medium, with the respective vitamin composition. All three culture media were supplemented with 4.44 μM BAP and 30gL^{-1} sucrose, with pH adjusted to 5.6 before autoclaving. Strawberry tree cultures were maintained at $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, for 16 h photoperiod with a photosynthetic photon flux density of $50\text{ }\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. The media substitution protocol was carried out every 4 weeks for 3 months (3 cycles). The multiplication ability of the culture media was evaluated by the number of shoots per explant, shoot elongation and aspect, and finally multiplication factor (MF = nodal segments number with 1.5 cm obtained from each explant).

Data collection and statistical analysis

Each treatment had 50 replicates, with the previous mentioned parameters being evaluated every month for each treatment. The effect of the three treatments on shoot number, shoot elongation and MF over the 3 culture cycles were evaluated by a one-way analysis of variance (ANOVA) ($p < 0.05$), followed by the Tukey HSD *Post-hoc* test, since data normality was observed and the variances of the groups were homogeneous.

Results and discussion

At the end of three months, after three *in vitro* subculture (30, 60 and 90 days), no morphological differences were found among explants from the different treatments (Figure 1).

The number of new shoots obtained on each *in vitro* cycle, indicates that no significant differences were found among treatments, which shows that, although BAP at 4.44 μM was found for shoot proliferation in this species, the difference of nutritional basal media used on this work are irrelevant for this parameter (Figure 2).

Gomes and Canhoto (2009), indicated that macronutrients composition, particularly levels of nitrogen (NH_4^+ and NO_3^-) could influence the shoot multiplication rates, however on this study, regardless the composition variances (MS medium with $1,650\text{mg.L}^{-1}$, DKW with $1,416\text{mg.L}^{-1}$ and WPM medium with 400mg.L^{-1} of NH_4NO_3), no differences were found among basal media used. These results require more assays in order to better understand the role of nitrogen and other compounds on *A. unedo in vitro* propagation.

The longest shoot length among treatments was the only variable that appears to be influenced by the basal media used, with treatment with MS nutritional basal medium being statistically different from the other treatments (Figure 3). These results could be once more related to the nitrogen levels on the media, since some studies related the amount and type of nitrogen with *in vitro* morphogenic processes (Young and Cameraon, 1985; Dal Vesco and Guerra, 2001).

Regarding the multiplication factor (MF), the most important variable evaluated for strawberry tree *in vitro* propagation, no significant differences were found between treatments (Figure 4). Each basal medium used presented similar number of new

propagation explants, indicating that regardless the nutritional basal media used for *in vitro* propagation, this species presented related multiplication rates. Although shoot elongation on MS medium showed up to be higher, that do not correspond to a significant higher MF, which could be related that a higher shoot length do not directly correspond to a higher number of axillary shoots, which leads to a similar number of ideal propagation explants for every nutritional basal medium used. These results contradicted those found by Mereti et al. (2002), which showed that woody plant medium (WPM) combined with BAP gave the best rates of shoot proliferation for *A. unedo* when compared with MS nutrients. Nonetheless, the genotype used can also influence *in vitro* response and thus its effect should not be excluded (Gomes and Canhoto, 2009).

Although it was not evaluated, no differences were found among treatments regarding the number of abnormal shoots, or hyperhydricity, with only four explants found with these characteristics between the different nutritional basal media used.

Conclusions

Our results led to the confirmation that *A. unedo* is, in fact, a species with a high plasticity, which promotes a good adaptability to different composition, thus nutritional basal media does not seemed to influence significantly the *in vitro* multiplication and development of *A. unedo*. Therefore, and although BAP was found to promoting the best multiplication rates for *A. unedo*, the use of other cytokinins and auxins may result in a more effective multiplication rates, and further studies should be focused on this. Other conditions such as genotype, carbon source and physical parameters should also be considered.

References

- Cardoso, A.V.R. 2004. Historial recente da propagação vegetativa do medronheiro no Algarve Contribuição para a criação de um futuro parque de pés-mãe. Graduation Thesis, ISA-UTL, Lisboa.
- El-Mahrouk, M.E., Dewir, Y.H., Omar, A.M.K. & Kalifa, A.M. 2010. In Vitro Propagation of Adult Strawberry Tree (*Arbutus unedo* L.) Through Adventitious Shoots and Somatic Embryogenesis. *Propagation of Ornamental Plants* 10, 93-98.
- Dal Vesco, L.L. & Guerra, M.P. 2001. The effectiveness of nitrogen sources in Feijoa somatic embryogenesis. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 64: 19-25.
- Godinho-Ferreira, P., Azevedo, A. & Rego, F. 2005. Carta da Tipologia Florestal de Portugal Continental. *Silva Lusitana* 13, 1-34.
- Gomes, F. & Canhoto, J.M. 2003. Micropropagation of *Eucalyptus nitens* Maiden (Shining gum). *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant* 39: 316-321.
- Gomes, F. & Canhoto, J.M. 2009. Micropropagation of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) from adult plants. *In Vitro Cellular & Development Biology Plant* 45, 72-82.
- Gonçalves, J.C. & Roseiro, R.J. 1994. Establishment and *in vitro* multiplication of *Arbutus unedo* L. seedlings. VIII International Congress Of Plant Tissue And cell Culture. Abstracts, S1-57. Florença, Itália. p. 20.
- McComb, J.A. & Bennett, I.J. 1986. *Eucalypts (Eucalyptus spp.)*. In: Bajaj Y.P.S. (ed) *Biotechnology in agriculture and forestry vol. 1. Trees I*. Springer, Berlin, pp 340-362.
- Mereti, M., Grigoriadou, K. & Nanos, G. D. 2002. Micropropagation of the strawberry tree, *Arbutus unedo* L. *Scientia Horticulturae*. 93: 143-148.

- Pedro, J.G. 1994. Carta da distribuição de figueira e medronheiro - Notícia explicativa (Lisboa: Direcção Geral do Ambiente, Ministério do Ambiente e Recursos Naturais).
- Piotto, B., Piccini, C. & Arcadu, P. 2001. La ripresa della vegetazione dopo gli incendi nella regione mediterranea. In: Piotto, B.; Noi, A. (eds) Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea, Dipartimento Prevenzione e Risanamento Ambientali, Manuale ANPA (Agenz. Naz. per la Protezi. dell' Ambiente), pp 32–38.
- Young, M.J. & Cameraon, J.S. 1985. Influence of growth regulators and nitrogen form on micropropagation of rabbiteye blueberries. *Fruit Var J.* 39: 16-18.

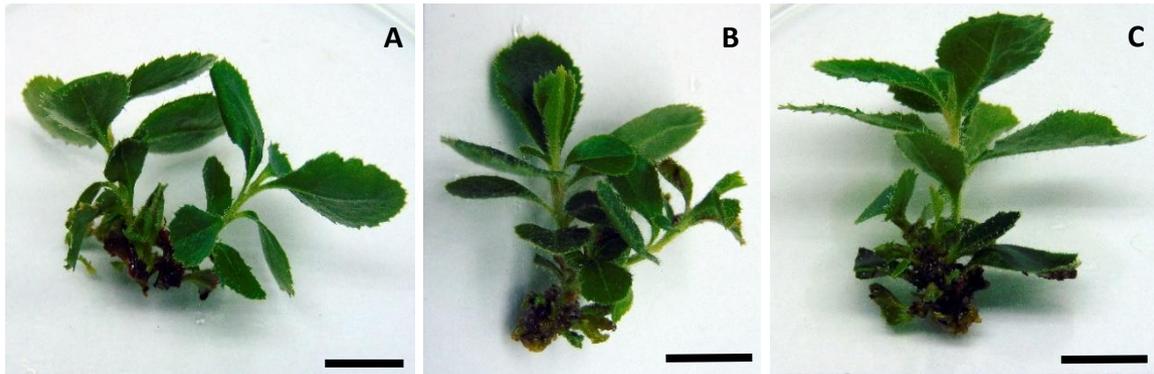


Figure 1 - Morphological aspect among explants from different treatments: **A** (MS nutritional basal medium); **B** (WPM nutritional basal medium) and; **C** (DKW nutritional basal medium). Bars = 1 cm.

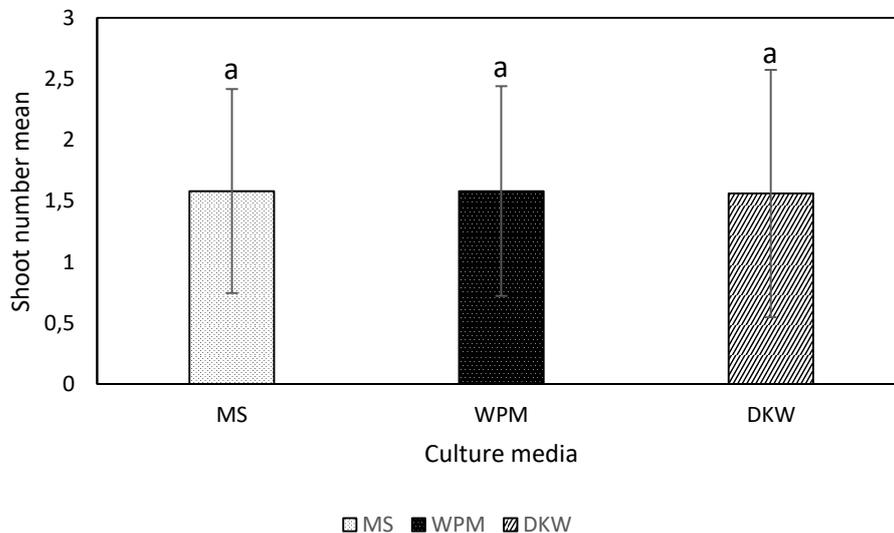


Figure 2 – Average number of new emitted shoot number mean among treatments (MS, WPM and DKW nutritional basal media) at the end of three months, after three *in vitro* subculture (30, 60 and 90 days). Different letter represents statistical different ($p < 0.05$).

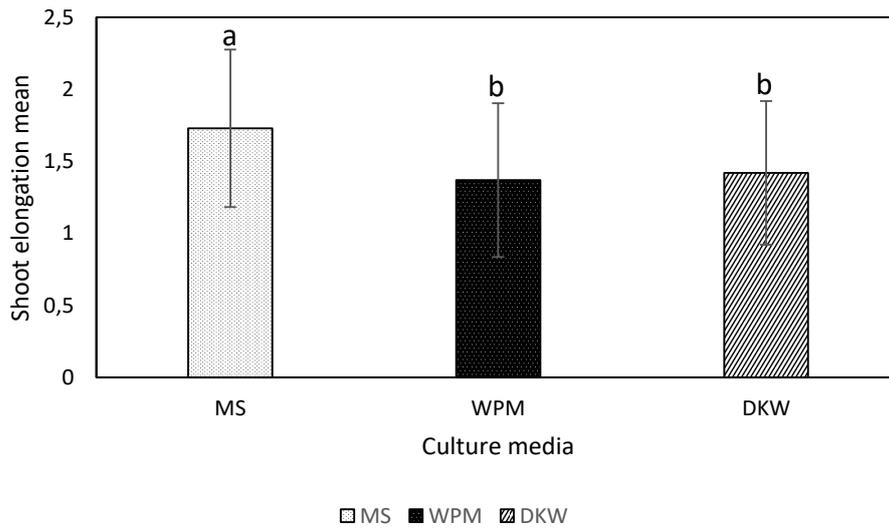


Figure 3 - Shoot elongation mean among treatments (MS, WPM and DKW nutritional basal media) at the end of three months, after three *in vitro* subculture (30, 60 and 90 days). Different letter represents statistical different ($p < 0.05$).

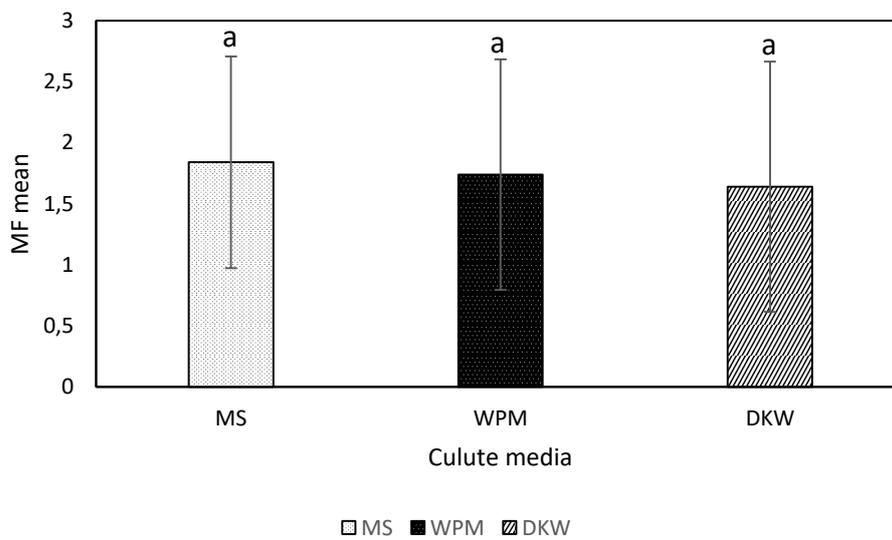


Figure 4 - MF mean among treatments (MS, WPM and DKW nutritional basal media) at the end of three months, after three *in vitro* subculture (30, 60 and 90 days). Different letter represents statistical different ($p < 0.05$).

Óleo de palma de alto oleico produzido no Brasil

Adelia Ferreira de Faria-Machado¹, Allan Eduardo Wilhelm¹, Andrea Madalena Maciel Guedes¹, Humberto Ribeiro Bizzo¹, Marcos Ene Chaves Oliveira², Roberto Yokoyama³, Pedro Paulo Vianna Borges⁴ & Rosemar Antoniassi¹

¹ Embrapa Agroindústria de Alimentos, Avenida das Américas 29501, CEP 23020-470, Rio de Janeiro/RJ, Brasil, adelia.faria-machado@embrapa.br

² Embrapa Amazonia Oriental - Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/nº - CEP 66095-100, Belém, PA – Brasil, marcos-ene.oliveira@embrapa.br,

³ Denpasa, Rod. Augusto Meira Filho, s/n km 9, CEP: 68798-000, Santa Bárbara do Pará, PA, Brasil, yokoyama@guaporepecuaria.com.br

⁴ Marborges, Rod. Virgilio Serrão Sacramento Km 56, CEP 68450-000, Moju, Pará, Brasil, pedropaulo@marborges.com

Resumo

A palma de óleo ou dendê (*Elaeis guineensis*) e o caiaué (*E. oleifera*) são espécies da família Arecaceae, podendo ser cruzadas entre si, com produção de descendentes híbridos férteis, chamados no Brasil de óleo de híbrido interespecífico de palma ou óleo de palma de alto oleico. A hibridização entre *E. oleifera* x *E. guineensis* pode elevar o conteúdo de ácido oleico e de compostos bioativos, como carotenoides e tococromanois no óleo da polpa. Atualmente, no Brasil o Pará é o estado produtor de óleo do híbrido de palma com produção estimada em 7000 ton/ano, com aumento expressivo da área plantada nos últimos anos. Há um pleito no *Codex Alimentarius* para a adoção de um padrão para este óleo (“High Oleic Palm Oil”) e os resultados de composição são necessários para seu Padrão de Identidade e Qualidade. Neste trabalho, oitenta amostras de óleo de híbrido de palma de duas empresas produtoras foram coletadas nos anos de 2016 e 2017 e analisadas quanto ao perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa de alta resolução. Os principais ácidos graxos foram oleico (C18:1, 52-57%), palmítico (C16:0, 25-30%), linoleico (C18:2, 10-13%), esteárico (C18:0, 3-4,5%) e foi detectado até 0,4% de ácido linolênico (C18:3). Não houve diferença significativa entre empresas e anos avaliados ($p < 0,05$). Foram detectados, ainda, os ácidos graxos C12:0, C14:0, C16:1, C17:0, C20:0, C20:1 e C24:0. O óleo do híbrido de palma apresentou redução significativa de ácido palmítico e aumento de oleico, tanto em relação ao óleo de palma, quanto em relação às oleínas de palma obtidas por fracionamento, implicando em diferentes características físicas com tendência a menor precipitação e formação de sedimentos. Os resultados encontrados são semelhantes ao óleo de palma de alto oleico produzido na Colômbia, contribuindo para a elaboração do padrão de identidade deste óleo.

Palavras-chave: ácidos graxos, GC-FID, padrão de identidade e qualidade.

Abstract

High oleic palm oil produced in Brazil.

Palm oil (*Elaeis guineensis*) and caiaué (*E. oleifera*) are species of the family Arecaceae and have been crossed with each other, for obtaining the fertile interspecific hybrid, called in Brazil interspecific hybrid palm oil or high oleic palm oil. Hybridization between these two species may increase the content of oleic acid and

other bioactive compounds, such as carotenoids and tococromanol. Currently, in Brazil Pará is the main producing state with production estimated as 7000 tons/year, and there has been a significant increase in the cultivated area in recent years. There is a demand for *Codex Alimentarius* standard for "High Oleic Palm Oil" and the fatty acid composition is the main information for oil identity characteristics. In this work, eighty samples of high oleic palm oil from two producing companies were collected in the years 2016 and 2017, which were analyzed for fatty acid profile by high resolution gas chromatography. The major fatty acids were oleic (C18:1) ranging from 52 to 57%, palmitic (C16:0) from 25 to 30%, linoleic (C18:2) from 10 to 13%, stearic (C18:0) from 3 to 4.5% and linolenic acid was detected up to 0.4%. There was no significant difference between the samples, years and the two producing companies ($p < 0.05$). Other minor fatty acids, such as C12:0, C14:0, C16:1, C17:0, C20:0, C20:1 and C24:0 were also detected. The high oleic palm oil presented significant reduction of palmitic acid and increase of oleic acid as compared to palm oil and palm olein obtained by fractionation, which may generate different physical characteristics in high oleic palm oil. The results were similar to high oleic palm oil produced in Colombia and enable the elaboration of the Codex Standard for this oil.

Keywords: fatty acid, GC-FID, Codex Standard.

Introdução

A palma de óleo ou dendê – Eg (*Elaeis guineensis*) – e o caiaué – Eo (*E. oleifera*) – são espécies da família *Arecaceae* (antiga família *Palmae*) podendo ser cruzadas entre si, com produção de descendentes híbridos interespecíficos férteis. O dendê se destaca pela alta produtividade de óleo enquanto o caiaué possui óleo mais insaturado, menor crescimento em altura e resistência a pragas e doenças. O melhoramento genético explora o cruzamento interespecífico entre essas espécies buscando desenvolver cultivares que apresentem as melhores características de cada uma. A variabilidade genética disponível nas espécies Eg e Eo para composição do óleo representa, portanto, oportunidade para que os programas de melhoramento desenvolvam cultivares com características específicas e mais favoráveis de óleo de palma (Lopes et al., 2008; Rios et al., 2012).

A hibridização entre *E. oleifera* x *E. guineensis* elevou o conteúdo de ácido oleico e de outros compostos bioativos, como carotenoides, tocoferóis e tocotrienóis, no óleo da polpa em relação ao óleo de palma (Wuidart et al., 1975; Monde et al., 2009; Prada et al., 2011, Choo et al., 1997).

A Embrapa é a única instituição brasileira a desenvolver um programa de melhoramento genético do dendê (Eg) e do caiaué (Eo), a partir do qual já foram lançadas sete cultivares comerciais de dendezeiro tipo tenera e um dentre os três únicos híbridos interespecíficos (HIE) comerciais registrados no mundo (BRS Manicoré). (Cunha & Lopes, 2010; Rios et al., 2012).

A palma de óleo africana é a principal fonte mundial de óleo vegetal, que, em 2012, passou de 50 milhões de toneladas, superando até mesmo a produção mundial do óleo de soja (FAOSTAT, 2012). A espécie alcançou essa posição devido ao seu alto potencial produtivo, atingindo de 5 a 7 toneladas de óleo/ha/ano, em plantios comerciais, com condições de solo e clima favoráveis e práticas agrícolas adequadas, bem como devido ao seu custo de produção, inferior ao das outras principais plantas oleaginosas (Cunha & Lopes, 2010).

O Brasil produz óleo de palma principalmente no estado do Pará (PA), mas em algumas áreas, uma doença chamada de Amarelecimento Fatal, dizimou plantações; enquanto a resistência do híbrido interespecífico de palma a esta doença permite seu cultivo nestas áreas. Atualmente existem duas empresas produtoras de óleo de híbrido de palma na região de Belém (PA) e houve um aumento expressivo da área cultivada nos últimos anos, além da implantação de mais empresas extratoras que têm interesse na produção deste óleo.

Pouco se sabe sobre a composição deste óleo produzido no Brasil e há uma demanda no *Codex Alimentarius* para a adoção de um padrão que consiste em resultados de composição e características do óleo, sendo a composição em ácidos graxos a principal análise do padrão de identidade de óleos.

Neste trabalho oitenta amostras de óleo de híbrido de palma de duas empresas produtoras foram coletadas nos anos de 2016 e 2017 e analisadas quanto ao perfil de ácidos graxos.

Material e Métodos

Oitenta amostras de óleo de híbrido de palma foram coletadas em duas indústrias produtoras na região de Belém (PA), Brasil, após a separação de fases por centrifugação. As amostras de óleo foram congeladas até a análise.

Para as análises de composição em ácidos graxos a metilação do óleo foi realizada segundo o método Hartman & Lago (1973). A cromatografia em fase gasosa (GC) foi realizada em cromatógrafo Agilent 7890A com detector de ionização por chama (FID) operado a 280 °C. Utilizou-se coluna capilar HP FFAP (25 m x 0,2 mm x 0,30 µm) e programação de temperatura conforme descrito: temperatura inicial de 150 °C por 1 min; de 150 a 180 °C com rampa de 30 °C/min; de 180 a 200 °C com rampa de 20 °C/min; de 200 a 230 °C com rampa de 3 °C/min e temperatura final de 230 °C por 10 min. Utilizou-se rampa de pressão conforme descrito: pressão inicial 15 psi por 10 min; de 15 a 25 psi com rampa de 5 psi/min e pressão final de 25 psi por 11 min. Foi injetado 1 µL de amostra em injetor aquecido a 250 °C operado no modo de divisão de fluxo de 1:50. A identificação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada por comparação dos tempos de retenção com padrões da NU-CHEK (Elysian, MN) e a quantificação realizada por normalização interna. As análises foram realizadas em triplicata.

A análise de variância foi realizada em Software Statgraphics.

Resultados e Discussão

Não houve diferença significativa entre as amostras quanto aos anos analisados e as duas empresas produtoras ($p < 0,05$). Os principais ácidos graxos foram o oleico (C18:1) variando de 52 a 57%, palmítico (C16:0) de 25 a 30%, linoleico (C18:2) de 10 a 13%, esteárico (C18:0) de 3 a 4,5% e o ácido linolênico que foi detectado até 0,4%. Foram detectados ainda os ácidos graxos C12:0, C14:0, C16:1, C17:0, C20:0, C20:1 e C24:0.

O óleo do híbrido de palma apresentou redução significativa de ácido palmítico e aumento de oleico tanto em relação ao óleo de palma e quanto em relação à oleína de palma e superoleína de palma, cuja comparação pode ser observada na Figura 1, utilizando as faixas de composição descritas no *Codex Alimentarius* (2017).

O óleo de palma apresenta teores semelhantes de palmítico e oleico (ao redor de 40%), no qual podem ser visualizadas as frações de oleína (líquida) e estearina (sólida), que precipita e sedimenta. A separação destas fases pode ser atingida por

fracionamento, em geral realizado por resfriamento. A oleína e a superoleína de palma tendem a apresentar menores e maiores teores de ácido palmítico e oleico respectivamente, em relação ao óleo de palma (fig. 1). A superoleína de palma é um produto no qual o processo de cristalização durante o fracionamento é controlado para se atingir um índice de iodo maior que 60. Apesar da eficiência do fracionamento, o óleo de híbrido de palma apresentou menor teor de ácido palmítico e maior teor de ácido oleico quando comparado com as oleínas de palma, produzindo diferentes características físicas, com tendência a menor precipitação e formação de sedimentos.

Os resultados encontrados são semelhantes ao óleo de palma de alto oleico produzido na Colômbia e permitem a elaboração do padrão de identidade deste óleo. A Colômbia também produz óleo de híbrido de palma e desde 2013 está pleiteando junto ao *Codex Alimentarius* um padrão internacional para este óleo, com características de composição que representam o produto daquele país (CX/FO 1323/8, 2013). A planta do híbrido colombiano é chamado de Coari, enquanto o híbrido produzido no Brasil é, principalmente, o BRS Manicoré, produzido pela Embrapa.

O padrão do *Codex Alimentarius* é referência internacional para os países-membros da Organização Mundial do Comércio e para a legislação brasileira. O documento *Codex Stan 210 (Codex Alimentarius, 2017)* apresenta o padrão de identidade da maioria dos óleos vegetais, como soja, palma, girassol, entre outros. Para a identidade dos óleos são utilizados como parâmetros a composição em ácidos graxos, esteróis e tocoferóis, além das características físicas e químicas como ponto de fusão, densidade, índices de refração, iodo, saponificação e teor de matéria insaponificável. Para a qualidade são avaliados acidez, índice de peróxidos, umidade, ferro e cobre. Quanto aos contaminantes são avaliadas as presenças de arsênico e chumbo.

A principal análise do padrão de identidade é o perfil de ácidos graxos e os resultados obtidos auxiliam na construção de uma base de dados brasileira para subsidiar futuras decisões do *Codex Alimentarius*.

Conclusões

O óleo de híbrido interespecífico de palma produzido no Brasil apresentou redução substancial de ácido palmítico e aumento expressivo de ácido oleico em relação ao óleo de palma e as oleínas de palma, justificando sua designação como *High Oleic Palm Oil*.

Agradecimentos

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

Referências

- Choo, Y.M., Ma A.N. & Yap, S.C. 1997. Carotenes, vitamin E and sterols in oils from *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* and their hybrids. *Palm Oil Developments Malaysia* 27:1-9.
- Codex Alimentarius. Codex Stan 210. 2017. Codex Standard for named vegetable oils. Codex Alimentarius Commission. FAO/WHO. Adopted 1999. Revision 2001, 2003, 2009, 2017. Amendment 2005, 2011, 2013, 2015. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/list-standards/en/>
- Cunha, R.N. & Lopes, R. 2010. BRS Manicoré: híbrido interespecífico entre o caiaué e o dendezeiro africano recomendado para áreas de incidência de amarelecimento-fatal. Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 85.

- CX/FO 13/23/8 2013. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Fats and Oils. Discussion paper on the amendment of the Standard for named vegetable oils for the addition of palm oil with high oleic acid OXG.
- FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2012. Production Crops. www.fao.org/faostat/en/
- Hartman, L. & Lago, R.C.A. 1973. Rapid preparation of fatty acid methyl esters. *Laboratory Practice* 22:175-176.
- Lopes, R., Cunha, R.N.V., Rodrigues, M.R.L., Teixeira, P.C., Rocha, R.N.C. & Lima, W.A.A. 2008. Palmaceas. In: A.C.S. Albuquerque e A.G. Silva (eds.), *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*, vol. 1. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Monde, A.A., Michel, F., Carbonneau, M.A., Tiahou, G., Vernet, M.H., Eymard-Duvernay, S., Badiou, S., Adon, B., Konan, E., Sess, D. & Cristol, J.P. 2009. Comparative study of fatty acid composition, vitamin E and carotenoid contents of palm oils from four varieties of oil palm from Côte d'Ivoire. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89:2535-2540.
- Prada, F., Ayala-Diaz, I.M., Delgado, W., Ruiz-Romero, R. & Romero, H.M. 2011. Effect of fruit ripening on content and chemical composition of oil from three oil palm cultivars (*Elaeis guineensis* Jacq.) grown in Colombia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59:10136-10142.
- Rios, S.A., Cunha, R.N.V., Lopes, R. & Barcelos, E. 2012. Recursos genéticos de palma de óleo (*Elaeis guineensis*, Jacq.) e caiaué (*Elaeis oleifera* H.B.K. Cortés). *Documentos* 96:1-29.
- Wuidart, W. & Gascon, J.P. 1975. Study of the composition of the oil of *Elaeis guineensis* Jacq. Possibilities of improvement. *Oleagineux* 30:401-408.

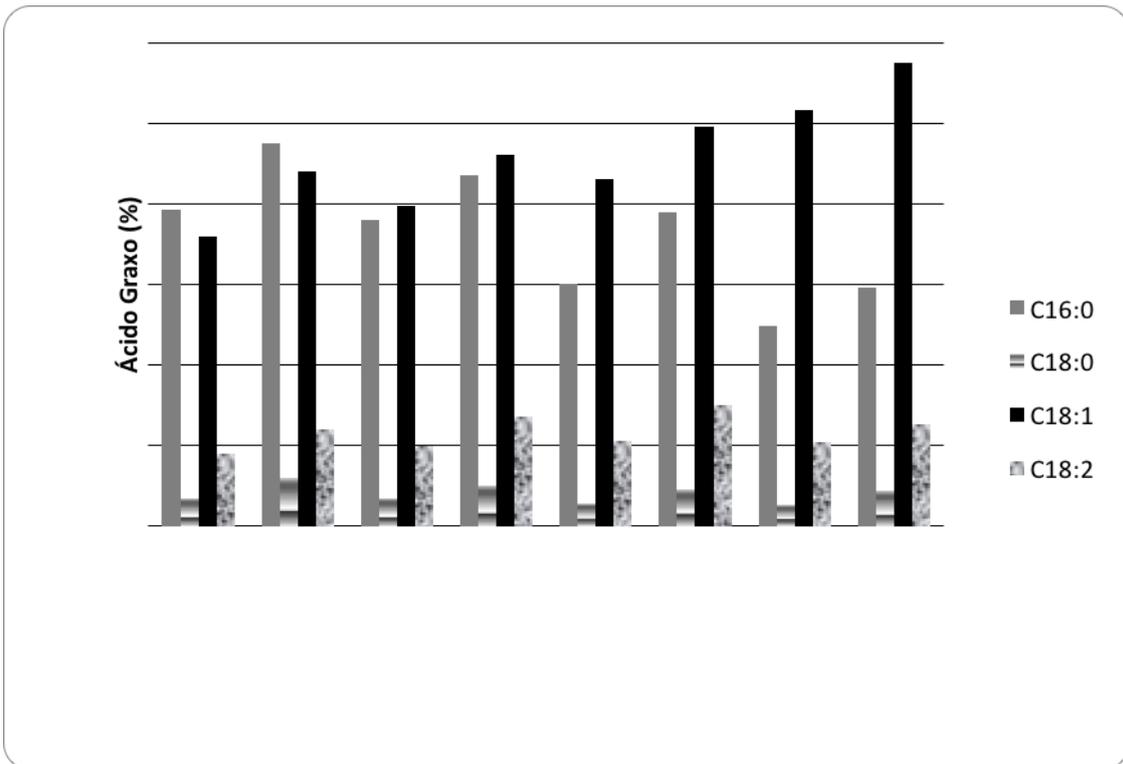


Figura 1 - Variação dos principais ácidos graxos do óleo de híbrido de palma de amostras coletadas em 2016 e 2017, de óleo de palma e de oleínas de palma segundo limites do *Codex Alimentarius*.

Rooting and survival of cork oak cuttings

Maria Margarida Ribeiro^{1,2,3*}, Joana Raimundo³ & Sara Amâncio⁴

¹Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, 6001-909 Castelo Branco, Portugal, mataide@ipcb.pt

²Forest Research Centre, School of Agriculture, University of Lisbon, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisbon, Portugal

³Centro de Biotecnologia de Plantas da Beira Interior, Escola Superior Agrária de Castelo Branco, Apto 119, 6001-909 Castelo Branco, Portugal, jfrainundo@gmail.com

⁴Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food, School of Agronomy, University of Lisbon, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisbon, Portugal, samport@isa.ulisboa.pt

Resumo

O sobreiro (*Quercus suber* L.) tem um valor ecológico, social e económico notável na região do Mediterrâneo. Devido ao interesse económico crescente da cortiça, a intervenção humana na produção de plantas e na renovação desta espécie é crucial. Assim, a otimização das metodologias de propagação para produzir árvores selecionadas e melhoradas para a produção de cortiça de alta qualidade é um fator chave no programa de melhoramento da espécie. O enraizamento e a sobrevivência das estacas são muito afetados por vários fatores externos e internos. Para contornar este problema, foram feitos ensaios usando plantas jovens como fonte de estacas de sobreiro, durante dois anos consecutivos. Estudamos a influência da aplicação de auxinas sintéticas, ácido indol-3-butírico (AIB) e ácido α -naftaleno acético (ANA), a concentração de AIB e remoção da casca da parte basal da estaca no enraizamento e sobrevivência das estacas de sobreiro. O AIB melhorou o enraizamento, a sobrevivência e o comprimento médio da raiz mais longa por estaca enraizada, mas não o número médio de raízes primárias produzidas. A remoção basal da casca associada a 0,5% de AIB promoveu a percentagem mais elevada de enraizamento e sobrevivência das estacas (60% e 54%, respetivamente). A aplicação de 0,1% de ANA não teve influência significativa no enraizamento e sobrevivência. Assim, é possível concluir que a remoção basal da casca juntamente com 0,5% de IBA tenha produzido a maior percentagem de enraizamento e sobrevivência com estacas plantadas em abril, porém é necessário efetuar estudos complementares envolvendo diferentes condições físicas e químicas.

Palavras-chave: *Quercus suber* L., remoção de casca, realização de ferida, AIB, ANA, propagação vegetativa.

Abstract

The cork oak (*Quercus suber* L.) has remarkable ecological, social and economic value in the Mediterranean region. Due to the growing economic interest in cork, human intervention in the plant production and renewal of this species is crucial. Thus, the optimization of the propagation methodologies to produce selected and improved trees for high quality cork production is a key factor in the species improvement program. Rooting and survival of cuttings are greatly affected by several external and internal factors. To circumvent this problem, experiments were made using young seedlings as a source of cork oak cuttings for two consecutive years. We studied the influence of the application of synthetic auxins, indole-3-butyric acid (IBA) and α -naphthalene acetic

acid (NAA), the IBA concentration and the basal bark removal in rooting and survival of cork oak cuttings. The IBA improved the rooting, the survival and the mean length of the longest root per rooted cutting, but not the mean number of primary roots produced. The basal bark removal associated with 0.5% of IBA gave the highest percent of rooting and plant survival (60% and 54%, respectively). The application of 0.1% of NAA had no significant influence on the rooting and survival. Thus, it is possible to draw the conclusion that wounding along with 0.5 % IBA produced the highest percentage of rooting and survival with cuttings planted in April, however complementary studies involving different physical and chemical conditions are required.

Keywords: *Quercus suber* L., bark removal, wounding, IBA, NAA, vegetative propagation.

Introduction

The species *Quercus suber* L. appears mainly in the Northern hemisphere being characteristic of Mediterranean and subtropical woodlands (Costa et al. 2016) and associated to ecologically fragile areas (Maltez-Mouro et al. 2005). In Portugal the area covered by cork oak is 737 million ha, which represents 23% of the Portuguese forest (ICNF 2013). This area, although representing 50% of the world cork oak area, has been subject to several processes of agricultural land afforestation (18,000 ha) and deforestation of scrub and pasture area (28,000 ha), from 1995 to 2010 (ICNF 2013).

The cork oak is a very polymorphic evergreen tree, extremely long-lived, whose bark, composed by high amount of suberin in the cellular walls, favour water conduction and mechanisms of drought adaptation (Toribio et al. 2005; Zucca 2012). The cork extraction is made from the outer layer of the bark and starts when the tree is adult, approximately 25-30 years (Pereira 2007). This natural and renewable product is intensively used in wine bottling, in tiles and carpets with plastic and sound absorbing properties, and in the textile and the pharmaceutical industry (Moiteiro et al. 2001).

Vegetative propagation is important in horticulture, because the genotype of valuable tree is usually highly heterozygote, and the characteristics which distinguish them are often lost by seed propagation (Hartmann et al. 2011; White et al. 2007). The cork oak forested area increase using improved plant material requires vegetative propagation techniques to enable the use of mass phenotypic selection and clonal propagation of improved material (to estimate heritability and genetic gain and improvement program start), due to the referred species polymorphism (García Valdecantos 1992; Ribeiro 1995).

Some biotechnological approaches have been tested, such as micropropagation via organogenesis (e. g. Manzanera and Pardos 1990; Romano et al. 1992) and plant regeneration via somatic embryogenesis from different plant fragments, however this *in vitro* techniques are limited due to the recalcitrant feature of oak trees and need to be optimized (Álvarez et al. 2007; Jimenez et al. 2013; Jimenez et al. 2011; Manzanera and Pardos 1990). A protocol was developed for the large-scale production of rooted cuttings in some species of the genus *Quercus* L. (Gocke et al. 2008), but, in the case of *Q. suber*, the rooting conditions are inconclusive (Freitas 2002; Romano et al. 1992). Cuttings are one of the most expeditious processes to obtain vegetative copies, although it is necessary to optimize the physiological and environmental conditions of rooting to assure economically viable plants production for the nurserymen (Hartmann et al. 2011). The use of the adequate auxin concentration is a key factor for rooting success in many species, and the ability of auxins to promote adventitious root development in

stem cuttings is well known, and has been attributed to enhance transport of carbohydrates to the base of the cutting (Hartmann et al. 2011). Wounding was reported to improve rooting in difficult-to-root species both in quality and quantity, with or without auxin application (Hartmann et al. 2011), and in some species a synergistic effect with auxin was observed (e.g. de Silva et al. 2005).

In the current study, we tested the influence of the application of synthetic auxins, indole-3-butyric acid (IBA) and α -naphthalene acetic acid (NAA) and the bark removal from the base of leafy stem cuttings in the percentage of rooting and survival of rooted cuttings with the objective of achieving maximum cork oak propagation success through cuttings. All the experiments were made with leafy stem cuttings taken from young seedlings, due to the need by cloning young plants such as seedlings obtained after controlled pollination and to the difficulty of using adult plant material.

Material and methods

Plant material, leafy stem cuttings preparation and rooting condition

The plants used in this study were produced from acorns harvested in two adult trees located in the Talefa farm, Alter do Chão, Portugal (latitude 39°16'30" and longitude 7°54'00") and in the Lentiscais village, Castelo Branco, Portugal (latitude 39°44'40" and longitude 7°26'00"). After seed germination, the plants with about 14-15 cm long were selected for their uniformity and good physiological condition.

Leaf trimming or removal of some leaves from cuttings has been a common practice to balance the positive effect of photosynthesis and the negative effect of transpiration (Kamaluddin and Ali 1996). Thus, the leafy stem cuttings, about 7 cm long, were left with 4-5 leaves, at least. Afterwards, they were treated with a 6% fungicide solution (Benlate from Sigma-Aldrich, U.S.A.).

The rooting medium, a perlite and peat mixture (3:1 v/v), with a slow-releasing fertilizer (Osmocote Exact from Liscampo, Lisbon, Portugal), was placed in a Melfert bag (AFOCEL - Association Fôret Cellulose, Nangis, France). The rooting experiments were conducted inside a greenhouse with temperature and moisture control, and watering system (Estufas Sol, Lisbon, Portugal). The planted leafy stem cuttings were placed in rooting beds on a bench kept at 28°C \pm 1°C, under intermittent mist delivered for six seconds every 20 min during natural photoperiod, the first two weeks, afterwards the mist duration and frequency was adjusted to prevent fungal attack and to keep the leaves moist. The leafy stem cuttings (hereafter cuttings) were sprayed weekly with the referred fungicide solution to prevent fungus attack. The greenhouse had sensors for both the air temperature and the relative humidity (RH). The cooling system was activated at 25°C, and the RH was kept over 80%, with both intermittent mist and cooling system.

Treatments

In the treatments with IBA or NAA, the basal end of the cuttings was dipped into talc powder with the growth regulator at the specific concentration, just before wrapping them up in the Melfert bag. In experiment 1, which started in the beginning of April of the year one, two cuttings were prepared from each donor plant, one from the top and the other one from the base. In one set of cuttings the bark was removed from their basal centimetre with a very sharp knife avoiding cambium damage. The IBA was applied to the base of the cuttings at a concentration of 0.5, 1 and 2%, except for the control group. In experiment 2, performed in the following April, half of cuttings had the bark

removed, as described above. Just before planting the cuttings for rooting, 0.5% IBA or 0.1% NAA was applied, except to the control treatment.

Data collection

In each experiment, the data was collected two and three months after planting. The parameters collected were the number of rooted cuttings (R), number of primary roots (NR) and the length of the longest root (LLR), per rooted cutting. Three months after the beginning of every experiment, cuttings, along with the Melfert, were placed in a plastic bag filled with standard nursery soil. Five months after the beginning of the experiment 1, the percent survival (number of rooted cuttings surviving in relation to the initial number of cuttings planted per treatment) was recorded.

Experimental design and statistical analyses

The experimental design was completely randomized. In experiment 1, twelve cuttings were employed per treatment, with three replicates, and two factors, the IBA concentration (0, 0.5, 1 and 2%) and the basal bark status (intact and removed). In experiment 2, twenty-five cuttings were the sample size, with five replicates, and two factors, the synthetic auxin (IBA and NAA) and the basal bark status (intact and removed). The data distribution was verified with the Kolmogorov-Smirnov test and for the statistical analysis, the fix model of analysis of variance was performed in the STATGRAPHICS statistical package, version 6.0, with the following model:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Where Y_{ijk} = the observed value, μ = the population mean, α_i , β_j = the main effects of the two factors, $(\alpha\beta)_{ij}$ = the interactions of the two factors, and ε_{ijk} = the residual deviation (Sokal & Rohlf, 1981). The Duncan's new multiple range test was applied in testing all pairs of means, with a significance level of 5% (Steel & Torrie, 2006).

Results and discussion

Our trials showed that for the IBA at a concentration of 0.5% and 1%, in experiment 1, the percentage of rooting after three months was 54 and 52% ($p < 0,05$), respectively, while with IBA at 2% the result was 38%. The percentage of survival after five months was 48 and 50% ($p < 0,05$) for 0.5% and 1% IBA concentration, respectively (fig. 1A). Therefore, the application of 0.5% and 1% IBA increased the percent of rooting and survival (fig. 1A) and supported the evidence that rooting cuttings in this species seems to be sensitive to exogenous auxin, when planted in April. The adventitious rooting is a multifactorial response that leads to the formation of new roots at the base of stem cuttings and to the formation of an autonomous plant, but requires a high concentration of auxin (da Costa et al. 2013). Thus, in difficult-to-root species, the use of an appropriate concentration of exogenous auxin may be a decisive factor for the rooting success, due to the increase in transport of carbohydrates to the base of the cutting (Hartmann et al. 2011). Nevertheless, Romano et al. (1992) with young cork oak cuttings obtained rooting percentages, after three months, lower than those presented here, ranging from 5 to 25%, with no significant differences among the hormonal treatments. These results may be due to the absence of responsiveness of the cuttings to exogenously applied auxin before bud break (Romano et al. 1992). Some authors found that the effect of auxin depends on the application timing, with or without interaction of other factors (sensitivity of tissues, auxin protectors, rooting promoters and others). Additionally, in the current study, the application of 0.1% NAA had neither influence on the percent of rooting nor in percent of survival (fig. 1C). Since we used only one

NAA concentration, it is not possible to say whether the lack of responsiveness was due to an inappropriate NAA concentration or to the lack of responsiveness of the cork-oak cuttings to NAA in general. Blazich et al. (1983) further suggested that IBA is more efficient than NAA in promoting rooting. Comparison of the two auxins is not easy because many factors can condition their action mechanism.

In our study, the bark removal seems to improve the sensibility of tissues to the exogenous IBA application, promoting the percent rooting, when the right concentration (0.5% IBA) and propagation date were used. In experiment 1, after two months, the bark removal favoured LLR with a mean length of 54.4 mm (fig. 2B), while in unwounded cuttings it reached only 21.5 mm (fig. 2B). Nonetheless, in experiment 2 there was no difference between both values, 78.8 mm and 73.3 mm (fig. 2D). In both experiments from our study, it was noted after three-month time, that bark removal improved the effect of IBA application on rooting, minimum 60% of rooting and 54% survival were obtained (table 1). The initial stages of adventitious rooting in various organs necessarily include wound response and water stress that can initiate the necessary hormonal changes that contribute to reprogramming the cells competent to respond to the rooting stimulus (da Costa et al. 2013). In the hours following the cut, there is an increase of phenolic compounds and auxin in the base of the cutting associated with a low transient peroxidase activity and with the establishment of a reservoir of carbohydrates in this area (da Costa et al. 2013 and references included). Nevertheless, with NAA application and bark removal, 37% of the cuttings rooted, a value not different from the control (table 2). Mackenzie et al. (1986) reported that mechanical wounding seems to improve auxin penetration besides rooting ability in apple cuttings. With peach cuttings, Testolin et al. (1988) observed an exponential increase of the rooting in wounded and IBA treated cuttings. The results we obtained with the *Q. suber* experiments are like those reported for other species and, thus, wounding, especially in some difficult-to-root species can induce a better rooting, both in quality and quantity, and act synergistically with auxin, through the physical alteration and chemical environment, which may be more efficient in tissue differentiation and induction of root primordial (e.g. Dirr and Heuser 1987). In the present study, cuttings were taken from very young plants, once the rooting ability generally depends on the age of the plant material and the ability to form adventitious roots is often lost during the change of stage from the juvenile to the adult tree (Abu-Abied et al. 2014). In addition, it has been reported that juvenile material need a lower IBA concentration (0.5%) than the older material (1%) (Freitas 2002).

Conclusion

Wounding along with 0.5% IBA produced the highest percentage of rooting and survival with cuttings planted in April (after bud break). Nevertheless, further studies including the relationship between propagation date and IBA application, the use of different auxins, especially NAA in other concentrations, different types of wounding, the age of the cutting, rejuvenation processes and other physical rooting conditions (rooting medium, fog vs. mist, etc.) are needed to have a better understanding of the rooting process on cork oak cuttings.

References

Abu-Abied, M., Szwerdszarf, D., Mordehaev, I., Yaniv, Y., Levinkron, S., Rubinstein, M., Riov, J., Ophir, R. & Sadot, E. 2014. Gene expression profiling in juvenile and

- mature cuttings of *Eucalyptus grandis* reveals the importance of microtubule remodeling during adventitious root formation. *BMC Genomics* 15.
- Álvarez, R., Toribio, M., Cortizo, M. & Fernández, R.J.O. 2007. Cork oak trees (*Quercus suber* L.). p. 113-123. In: K. Wang (ed.), *Agrobacterium protocols*, Vol. 2. Humana Press, Totowa, New Jersey.
- Blazich, F., Wright, R.D. & Shaffer, H.E. 1983. Mineral nutrient status of "Convexa" holly cuttings during intermittent mist propagation as influenced by exogenous auxin application. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 108:425-429.
- Costa, A., Barbosa, I., Roussado, C., Graça, J. & Spiecker, H. 2016. Climate response of cork growth in the Mediterranean oak (*Quercus suber* L.) woodlands of southwestern Portugal. *Dendrochronologia* 38:72-81.
- da Costa, C.T., de Almeida, M.R., Ruedell, C.M., Schwambach, J., Maraschin, F.S. & Fett-Neto, A.G. 2013. When stress and development go hand in hand: main hormonal controls of adventitious rooting in cuttings. *Frontiers in Plant Science* 4:133.
- de Silva, H., Mckenzie, B.A. & Bloomberg, M. 2005. Indolebutyric acid and wounding induced rooting in callused, non-rooted Leyland cypress (*Cupressocyparis leylandii*) stem cuttings. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 33:407-412.
- Dirr, M.A. & Heuser, C.W. 1987. *The reference manual of woody plant propagation: From seed to tissue culture*. Varsity Press, Athens.
- Freitas, M.I.C. 2002. Propagação vegetativa de sobreiros seleccionados. *Silva Lusitana* 10:17-52.
- García Valdecantos, J.L. 1992. Las técnicas de selección y propagación en la mejora genética del alcornoque. *Scientia Gerundensis* 18:11-15.
- Gocke, M.H., Robison D.J. & Treasure, E. 2008. Rooting stem cuttings of several species within the genus *Quercus* L.. *International Oak Journal* 19:29-41.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F. & Geneve, Y.R. 2011. *Plant propagation: principles and practices*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- ICNF. 2013. IFN6 – Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados preliminares. [pdf], 34 pp, Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Lisboa.
- Jiménez, J., Alonso-Blazquez, N., Lopez-Vela, D., Celestino, C., Toribio, M. & Alegre, J. 2011. Influence of culture vessel characteristics and agitation rate on gaseous exchange, hydrodynamic stress, and growth of embryogenic cork oak (*Quercus suber* L.) cultures. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant* 47:578-588.
- Jiménez, J., López-Vela, D., Ruiz-Galea, M., Celestino, C., Toribio, M. & Alegre, J. 2013. Embryogenic suspensions of adult cork oak: the first step towards mass propagation. *Trees* 27:13-23.
- Kamaluddin, M. & Ali, M. 1996. Effects of leaf area and auxin on rooting and growth of rooted stem cuttings of neem. *New Forest* 12:11-18.
- Mackenzie, K.A.D., Howard, B.H. & Harrison-Murray, R.S. 1986. The anatomical relationship between cambial regeneration and root initiation in wounded winter cuttings of the apple rootstock M.26. *Annals of Botany* 58:649-661.
- Maltez-Mouro, S., García, L.V., Marañón, T. & Freitas, H. 2005. The combined role of topography and overstorey tree composition in promoting edaphic and floristic variation in a Mediterranean forest. *Ecological Research* 20:668-677.
- Manzanera, J.A. & Pardos, J.A. 1990. Micropropagation of juvenile and adult *Quercus suber* L.. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 21:1-8.

- Moiteiro, C., Justino, F., Tavares, R., Marcelo-Curto, M.J., Florêncio, M.H., Nascimento, M.S., Pedro, M., Cerqueira, F. & Pinto, M.M. 2001. Synthetic secfriedelane and friedelane derivatives as inhibitors of human lymphocyte proliferation and growth of human cancer cell lines in vitro. *Journal of Natural Products* 64:1273-1277.
- Pereira, H. 2007. Chapter 13 - Cork agglomerates and composites. p. 289-303. In: H. Pereira (ed.), *Cork*. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- Ribeiro, M.M. 1995. Bases para um programa de melhoramento florestal da espécie *Quercus suber* L.. *Revista Florestal* 8:23-39.
- Romano, A., Noronha, C., Caçorino, A.I. & Martins-Loução, M.A. 1992. Técnicas de propagação aplicadas ao melhoramento do sobreiro. 2º Encontro sobre montados de sobre e azinho. Évora.
- Sokal, R. & Rohlf, J. 1981. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. W.H. Freeman and Company, New York.
- Steel, R.G., Torrie, J.H., 2006. *Principles and procedures of statistics a biometrical approach*, 2nd ed ed. McGraw-Hill, Singapore.
- Testolin, R., Avanzato, D. & Couvillon, G.A. 1988. Rooting peach by mallet cuttings. *Acta Horticulturae* 227:224-229.
- Toribio, M., Celestino, C. & Molinas, M. 2005. Cork oak, *Quercus suber* L.. p. 445-457. In: S.M. Jain and P.K. Gupta (eds.), *Protocol for Somatic Embryogenesis in Woody Plants*. Springer Netherlands, Dordrecht.
- White, T.L., Adams, W.T. & Neale, D.B. 2007. *Forest Genetics*. CAB International, Oxfordshire, UK.
- Zucca, G. 2012. Molecular and phenotypic characterization of *Quercus suber* L. and *Pinus uncinata* R. populations in the Mediterranean basin. Tesi di dottorato in Università degli Studi di Sassari. Sassari, Italy.

Table 1 - IBA concentration effects (0, 0.5, 1 and 2%) and basal bark removal (bark and no bark), after two and three months on rooting (%), and after five months on survival (%), for Experiment 1. Values followed by different letters are significant by Duncan's test considering the different treatments ($P < 0.05$).

Bark removal	AIB (%)	Time of observation		
		2 months	3 months	5 months
No bark	0	13 b	25 b	21 b
	0.5	42 a	67 a	54 a
	1	33 ab	50 ab	50 ab
	2	33 ab	46 ab	38 ab
Bark	0	8 ab	17 b	17 b
	0.5	38 a	42 ab	42 ab
	1	17 ab	54 a	50 a
	2	4 b	29 ab	21 ab
Sig.		*	*	*

Table 2 - The effects of auxin application (no auxin, 0.5% IBA and 0.1% NAA) and basal bark removal (*bark* and *no bark*), on rooting (%), after two and three months (A), and on survival (%), after five months (B), for Experiment 2. Values followed by different letters are significant by Duncan's test considering the different treatments (P<0.05).

Bark removal	Auxin	Time of observation		
		2 months	3 months	5 months
No bark	No auxin	36 b	44 b	44 b
	0.5% IBA	57 a	61 a	61 a
	0.1% NAA	23 b	37 b	37 b
Bark	No auxin	21 a	23 b	21 b
	0.5% IBA	27 a	41 a	40 a
	0.1% NAA	19 a	34 ab	33 ab
Sig.		*	*	*

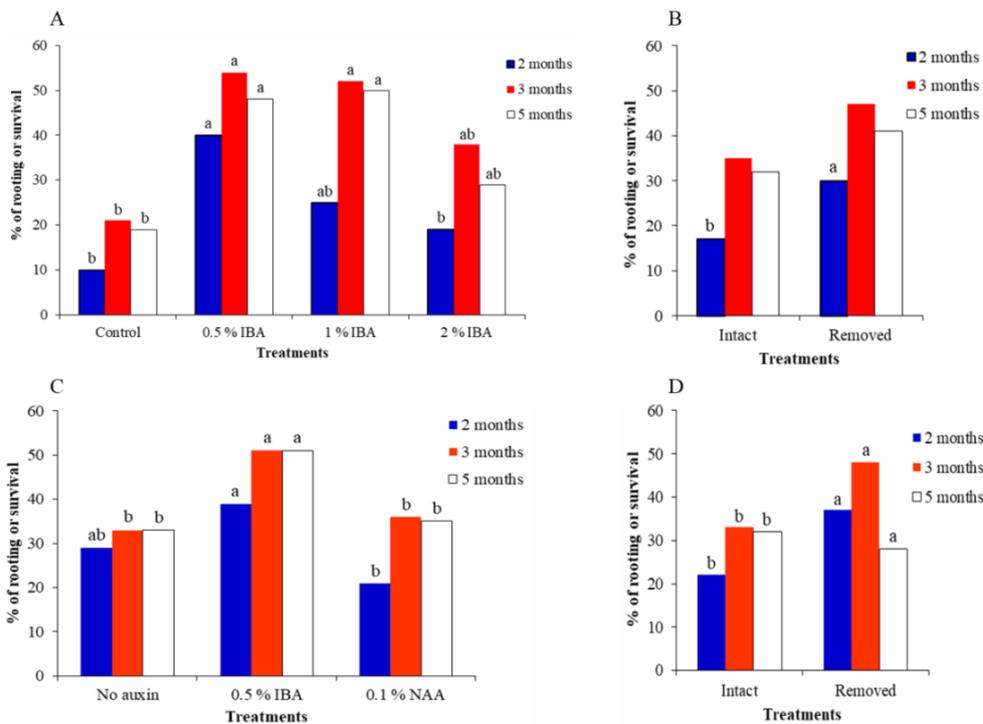


Figure 1 - Simple effects of IBA concentration, basal bark removal and two different growth regulators application (IBA or NAA) on the percentage of rooting, after two and three months and on the percentage of survival after five months, for Experiment 1 (A and B) and 2 (C and D). Values followed by different letters are significant by Duncan's test considering the different treatments (P<0.05).

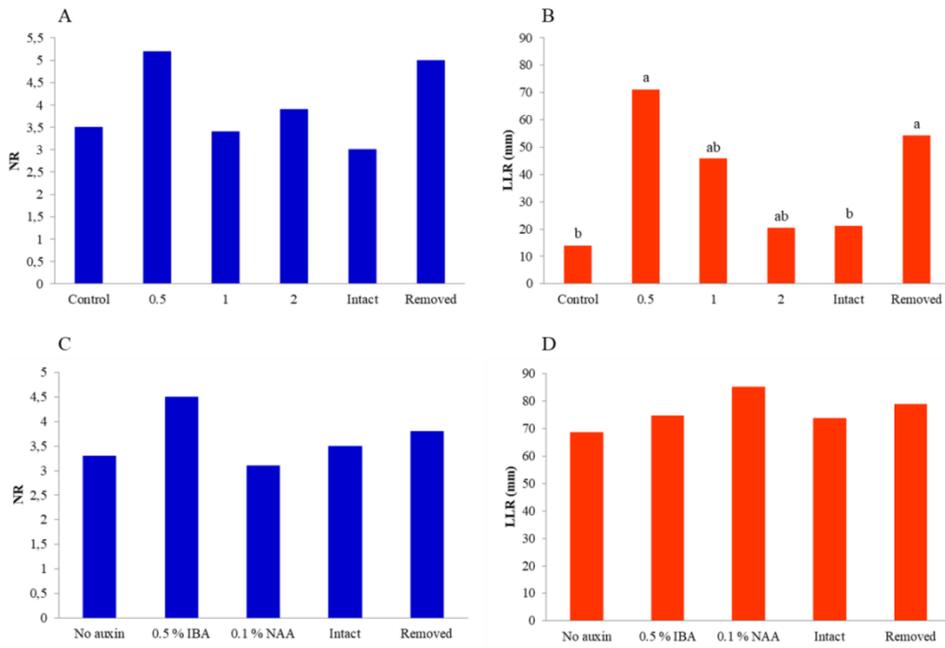


Figure 2 - Simple effects of IBA concentration, basal bark removal and different auxin application (NAA) on the mean number of primary roots (NR) and mean length of the longest root, in mm (LLR), after two months, for Experiment 1 (A and B) and 2 (C and D). Values followed by different letters are significant by Duncan's test considering the different treatments ($P < 0.05$).

A utilização de filmes de cobertura biodegradáveis na produção hortofrutícola novos desafios no mercado Luso-Brasileiro

Raquel Costa¹, Artur Saraiva¹, Eliana Silva², Paulo Fortes Neto², Nara Fortes² & Elizabeth Duarte³

¹ Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa – Portugal raquelcosta@isa.ulisboa.pt, artursaraiva@isa.ulisboa.pt

² Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade de Taubaté, Rua 4 de março, 432, Centro, Taubaté-SP, Brasil, Cep: 12020-270, * paulo.fortes@unitau.com.br

³ LEAF – Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa – Portugal * eduarte@isa.ulisboa.pt

Resumo

As exigências do mercado e o enorme desajuste entre o curto período de tempo durante o qual as culturas necessitam do filme de cobertura e a longevidade do filme tradicional de polietileno, abriram a oportunidade para em 2010 se desenvolver o projeto Europeu *AGROBIOFILM*. Este projeto veio quebrar barreiras e trazer de volta ao debate público a aplicação dos filmes de cobertura biodegradáveis em Portugal, Espanha e França. Para além do desempenho agronómico, fundamental para a sua competitividade, foram determinadas características como a permeabilidade ao vapor de água e a biodegradação no solo. Desde o final do projeto e da validação da sua utilização, o Agrobiofilm® passou a ser aplicado comercialmente e já foi testado e comprovado o seu desempenho para culturas tão diversas como: morango, pimento, alface, vinha, entre outros. O projeto teve uma grande repercussão, despertando interesses no Brasil, onde deu origem ao projeto *Agrisus - Avaliação de bioplástico como cobertura de solo para o cultivo agrícola*, em 2014, continuando assim, a investigação dos filmes biodegradáveis nas condições edafoclimáticas do Brasil onde já foi validado o seu uso em alface, tomate, abobrinha e pimento, entre outras. Em 2015 o projeto *Proder FilmAgRega* dá um passo em frente, testando o efeito combinado dos filmes biodegradáveis com diferentes práticas de irrigação, avaliando a melhor relação custo-eficiência para as culturas do pimento e tomate. Em 2017 um novo projeto *Agrisus*, no Brasil, dando continuidade à investigação está a estudar *A Macrofauna do solo em áreas de hortaliças cultivadas sobre plantio direto e cobertura com bioplástico* de forma a perceber o efeito das coberturas no solo e as suas consequências na dinâmica da comunidade da macrofauna associada às características do solo.

Palavras-chave: *mulch*, horticultura, fruticultura, sustentabilidade, cooperação luso-brasileira.

Abstract

The use of biodegradable films in horticultural production: new challenges in the Portuguese and Brazilian markets.

The demands of the market and the enormous misfit between the short period of time during which crops need the mulch film and the longevity of traditional polyethylene film have opened in 2010 an opportunity for the European project *AGROBIOFILM*. This brought back to the public debate biodegradable mulch films in Portugal, Spain and France. In addition to the agronomic performance, fundamental to

its competitiveness, characteristics such as water vapor permeability and soil biodegradation were also determined. Since the end of the project and the validation of the technology, Agrobiofilm Began to be commercially applied and has already been tested and proven for crops as diverse as strawberry, pepper, lettuce and vine among others. The project had a great repercussion, arousing interests in Brazil, where it gave origin to *Agrisus* project - *Evaluation of bioplastic as a soil cover for agricultural cultivation*, in 2014, thus continuing biodegradable research under the edaphoclimatic conditions of Brazil where it has already been validated its use in lettuce, tomato, zucchini and pepper, among others. In 2015 the Proder *FilmAgRega* project takes a step forward, testing the combined effect of biodegradable films with different irrigation practices, evaluating the best cost-efficiency ratio for bellpepper and tomato crops. In 2017 a new *Agrisus* project in Brazil is studying the soil Macrofauna in areas of vegetables grown on no-tillage and bioplastic coverage in order to understand the effect of soil cover on the macrofauna community dynamics and soil quality. The interest of large producers and entities in these films, demonstrates the market's tendency to use more sustainable solutions for agricultural activity.

Keywords: mulch, horticulture, fruit farming, sustainability, Portuguese-Brazilian cooperation.

Introdução

O uso de filmes de plástico, tradicionalmente de polietileno (PE) como cobertura de solo está largamente disseminado em horticultura, especialmente em frutas e hortaliças de elevado valor acrescentado. No entanto, à utilização destes filmes, estão associados impactos ambientais negativos e reconhecidos problemas de sustentabilidade. A mudança de filmes convencionais para biodegradáveis constitui um desafio complexo, que envolve componentes técnicas, comerciais e socioeconómicas (Saraiva & Duarte, 2016).

O PE tem uma duração estimada de 100 anos, enquanto a necessidade de utilização deste material nas culturas é de apenas alguns meses ou poucos anos (culturas perenes), assim existe uma desadequação relativamente ao uso deste material que constitui um risco ambiental. Neste contexto, de 2010 a 2013, desenvolveu-se o projeto Europeu FP7 *AGROBIOFILM*. Este projeto trouxe de volta ao debate público os filmes biodegradáveis e foi precursor de outros trabalhos de disseminação no sentido de relançar a utilização destes filmes.

Os objetivos transversais a todos estes trabalhos são:

- Testar a utilização de uma cobertura de solo biodegradável (Agrobiofilm) em substituição do convencional PE ou do solo sem cobertura para diversas culturas e em diferentes condições edafoclimáticas;
- Conhecer as interações da metodologia de condução de rega com o filme e o seu impacto na cultura;
- Avaliar a biodegradação dos filmes em solos com diferentes características.

Desenvolvimento e resultados

O projeto Europeu FP7 *AGROBIOFILM* teve origem no consórcio constituído por PME nacionais e internacionais (SILVEX, BIOBAG e ICSE) tendo sido coordenado pela empresa Portuguesa SILVEX, Universidades e Centros de Investigação (ISA-ULisboa, AARHUS UNIVERSITY ADEVA e IATE/UM2) e utilizadores finais (Hortofrutícolas Campelos, Olivier Mandeville e Explotaciones Agrarias Garrido

Mora). O projeto Agrobiofilm testou uma solução alternativa e abriu caminho para a substituição dos filmes em plástico convencional por filmes biodegradáveis, tendo sido superadas algumas das barreiras técnicas que impediam a utilização, em larga escala dos filmes de cobertura biodegradáveis (Agrobiofilm Consortium, 2013). Os ensaios realizados permitiram aprofundar o conhecimento das características do material, metodologias de utilização, efeito no desenvolvimento das culturas, bem como as condições e o período de tempo necessário para a biodegradação dos filmes levando à minimização dos impactos ambientais das atividades agrícolas. Ao longo de três anos foi avaliada o desempenho dos filmes biodegradáveis em culturas de ciclo curto (melão e pimento), ciclo longo (morango) e culturas perenes (vinha) (Agrobiofilm Consortium, 2013). Em Portugal os ensaios foram realizados na região do Ribatejo em que o clima, é classificado como sendo do tipo *Csa*, clima temperado com verão quente e seco na classificação de Köpen (1936). Este projeto trouxe de volta ao debate público os filmes biodegradáveis, tendo sido testadas diferentes cores, espessuras e formulações, em Portugal, Espanha e França. Para além do desempenho agronómico, fundamental para a competitividade destes filmes, foram determinadas características como a permeabilidade ao vapor de água e a biodegradação do agrobiofilm no solo (Agrobiofilm Consortium, 2013). Os resultados do projeto foram muito positivos pois foi demonstrado que os filmes biodegradáveis não comprometeram a produtividade e qualidade das culturas permitindo nalguns casos até superar os convencionais. Esta alteração dos filmes convencionais para biodegradáveis foi atingida com sucesso, através da abordagem holística utilizada neste projeto, que envolveu PME e instituições de I&D permitindo a transferência de conhecimento no País, na UE e fora das fronteiras comunitárias, nomeadamente no Brasil.

Desde o final do projeto e da validação do agrobiofilm, este passou a ser aplicado comercialmente e já foi testado e comprovado para culturas tão diversas como: morango, melão, pimento, alface, escarola, piri-piri, tomate, cebola e vinha, entre outras. A investigação desenvolvida acompanhou esta aplicação, aprofundando os conhecimentos para novas culturas e deu confiança aos produtores para a utilização deste filme de cobertura.

Na região dos Vinhos Verdes, Lousada, onde o clima, é classificado como sendo do tipo *Csb*, clima temperado com verão seco e suave na classificação de Köpen (1936). Os resultados das duas campanhas em vinha mostram que as videiras com agrobiofilm, logo no ano da plantação, apresentaram vigor muito superior ao das outras modalidades (solo nu e tubos protetores), mantendo-se esta tendência no ano seguinte. Na campanha de 2012, as plantas oriundas da modalidade agrobiofilm produziram cerca de 9 t/ha, enquanto que nas de solo sem cobertura e tubos protetores, ainda não tiveram produção. Esta modalidade obteve ainda menores custos de manutenção que o tradicional. As modalidades de agrobiofilm originaram maior desenvolvimento das videiras, permitindo à primeira poda deixar carga com elevada capacidade produtiva. A sua produção à 2ª folha teve já significado económico, originando mostos de elevada qualidade, tendo em vista os produtos a que se destinam (Castro *et al.*, 2013), confirmando os resultados obtidos no desenvolvimento do projeto Agrobiofilm.

O projeto Agrobiofilm teve uma grande repercussão, despertando interesses no Brasil, onde deu origem ao projeto *Agrisus - Avaliação de bioplástico como cobertura de solo para o cultivo agrícola*, em 2014, continuando assim, a investigação da utilização dos filmes biodegradáveis nas condições edafoclimáticas do Brasil. Este projeto surge do estabelecimento de uma parceria entre o Instituto Superior de Agronomia (Universidade de Lisboa) e a Universidade de Taubaté do Brasil, com os

objetivos principais de avaliar o desempenho agronómico no Brasil, onde já foi validado o seu uso em alface, tomate, abobrinha e pimento, entre outras; avaliar a taxa de biodegradação de Agrobiofilm® em solos com diferentes características e comparar as metodologias utilizadas nos testes respirométricos desenvolvidos nas duas unidades de investigação. Os ensaios de campo decorreram na Fazenda Piloto do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté – UNITAU –, localizado na área rural do Município de Taubaté, região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo. O clima local, de acordo com a classificação de Köpen (1948) é do tipo Cwa (Sub-tropical), com chuvas durante o período de verão e com uma precipitação média anual de 1,300mm (Fortes Neto, 2015).

Os resultados obtidos durante o desenvolvimento do projeto permitiram comprovar que as coberturas dos canteiros com plástico e bioplástico foram eficientes no controle das plantas invasoras. De acordo com os resultados da produção de alface cultivada nos canteiros sem cobertura e com cobertura de casca de arroz, plástico e bioplástico, pode concluir-se que houve diferenças significativas no rendimento entre a cobertura com bioplástico e o solo sem cobertura. A produção de alface no cultivo com bioplástico foi 64,3 % superior à produção obtida no solo sem cobertura e quando comparada com as produções verificadas com as coberturas, constata-se que ela foi 14,8% mais elevada do que a casca de arroz e 29,3% acima da obtida com o PE. Para a cultura da abobrinha os resultados demonstram que a cobertura com bioplástico promoveu um incremento no número de fruto superior em 75% ao verificado no solo sem cobertura. Já as coberturas com casca de arroz e PE apresentaram em média um aumento de 56,2% em relação ao número de fruto determinado no solo sem cobertura. Os resultados obtidos referentes ao comprimento e número de frutos por planta também foram superiores com a utilização de agrobiofilm (Fortes Neto, 2015).

Em Portugal, com a participação do ISA, da Silvex, da Vitacress e da Valorfito através das bolsas Valorfito - Armando Murta foram também desenvolvidos ensaios experimentais nas instalações da Vitacress localizadas em Odemira (clima do tipo *Csa*, temperado com verão quente e seco) tendo em vista a produção de escarola com filme de cobertura biodegradável. A Vitacress é uma empresa de referência na qualidade e inovação na fileira agroalimentar portuguesa, no que respeita à produção, embalagem e comercialização de vegetais, simples ou preparados.

Os resultados comprovaram a adaptabilidade dos plásticos biodegradáveis às condições edafoclimáticas do Alentejo Litoral a que foi sujeito, verificando-se uma diferença significativa na produtividade das plantas cobertas com o filme biodegradável em relação às da modalidade convencional PE (Dias, 2015).

Em 2015 o projeto Proder *FilmAgRega* dá um passo em frente, testando o efeito combinado dos filmes biodegradáveis com diferentes práticas de irrigação, avaliando a melhor relação custo-eficiência para as culturas do pimento e tomate. O Projeto FILMAGREGA nasce do consórcio entre a EPCA, o Instituto Superior de Agronomia, a Agromais, a Agrotejo e a Consulai, reunindo valências técnico-científicas para a concretização do projeto que visa avaliar as vantagens e desvantagens de duas modalidades de rega (superficial e subterrânea) e duas modalidades de filmes de cobertura (convencional e biodegradável) de modo a avaliar a melhor relação custo-eficiência para as culturas em estudo. Este Projeto, financiado pelo Programa Proder, desenvolveu-se no perímetro de rega do Alqueva, onde o clima é classificado segundo Köppen como temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e quente (*Csa*) (IPMA, 2015) e teve como objetivo desenvolver práticas agrícolas que contribuam para uma

agricultura mais sustentável e com menores impactes ambientais associados a uma melhor gestão de recursos.

Em 2016 foi desenvolvido um estudo em colaboração com a Biofrade para determinar o efeito do agrobiofilm no combate a infestantes em produção biológica. Foram avaliadas quatro técnicas utilizadas no seu controlo: monda manual, monda térmica, empalhamento e cobertura com filme biodegradável. O ensaio experimental realizou-se no concelho da Lourinhã, onde se monitorizou um ciclo nas culturas de alface e cebola. Foram avaliados diversos parâmetros, entre os quais: a temperatura e humidade do solo, o tempo de instalação, o tempo de monda, produtividade, calibre, perdas de produção, precocidade, custos de produção associados à técnica e margem económica para o produtor. Na cultura da alface, o filme biodegradável proporcionou maior produtividade e precocidade, menor perda de produção e tempo de monda que foi significativamente diferente da monda manual e da monda térmica. Na cultura da cebola, o filme biodegradável apresentou maior produtividade e precocidade, apesar de perdas ligeiramente superiores. O menor tempo de monda foi obtido com a monda térmica apesar do agrobiofilm ter obtido bons resultados (Coutinho, 2016). Os resultados obtidos quanto à margem económica para o produtor, indicaram que a melhor técnica para controlar as infestantes, em ambas as culturas, foi a cobertura com filme biodegradável (Coutinho, 2016).

Em 2017 um novo projeto *Agrisus*, no Brasil, está a estudar *A Macrofauna do solo em áreas de hortaliças cultivadas sobre plantio direto e cobertura com bioplástico* de forma a perceber o efeito das coberturas no solo e as suas consequências na dinâmica da comunidade da macrofauna e na qualidade do solo.

Nas Figuras 1 e 2 apresentam-se, respectivamente, algumas das produtividades obtidas no decorrer dos ensaios de campo em Portugal e no Brasil.

Os resultados da utilização de Agrobiofilm vs Polietileno (PE) ou Solo sem cobertura (SC) no decorrer dos ensaios de campo, não apresentam diferenças significativas ($P < 0,05$) para todas as culturas excepto escarola em que os resultados com a utilização de agrobiofilm foram superiores e significativamente diferentes do PE. No tomate, apesar da diferença aparente, não houve diferença significativa devido à variabilidade entre repetições.

A sua biodegradação apresentou um valor semelhante a outros estudos reportados e mostra que é necessário continuar com a sua avaliação em diferentes solos para que se conheça o tempo efetivo de biodegradação em cada tipo de solo e região.

Conclusões

Consórcios constituídos por empresas, unidades de investigação e produtores são fundamentais para que os ensaios de campo decorram em condições reais de produção e para a efetiva transferência de conhecimento.

O interesse de grandes produtores e entidades (Monliz, Vitacress, Valorfito, Agromais, Biofrade, Tomaterra, entre outros) nestes filmes, demonstra a tendência do mercado para a utilização de soluções mais sustentáveis para a atividade agrícola. Os contactos estabelecidos com o meio empresarial e associativo permitem transpor as barreiras da transferência de conhecimento técnico-científico para outros contextos e mercados fora da Europa, contribuindo para o desenvolvimento e uma melhoria ambiental do setor.

O filme de cobertura biodegradável teve um bom desempenho ao longo dos ciclos culturais, mantendo as suas funções e não afetando o rendimento das culturas. A sua biodegradação apresentou um valor semelhante a outros estudos reportados e mostra

que é necessário continuar com a sua avaliação em diferentes solos para que se conheça o tempo efetivo de biodegradação em cada tipo de solo e região.

Durante o processo de biodegradação do bioplástico foi verificado a ocorrência de fungos e os géneros predominantes que apresentaram crescimento nos fragmentos de bioplástico foram o *Mucor sp* e *Trichoderma sp* e esta biodegradação não apresentou toxicidade para a germinação e desenvolvimento das plântulas de *Brassica oleraceae*.

É importante referir que o filme de cobertura biodegradável tem um valor de aquisição mais elevado, mas que em Portugal, pode ser subsidiado pela medida 7.6 das organizações de produtores (GPP, 2009) com uma ajuda de 52% de valor o que o pode tornar muito atrativo para os produtores (Santos, 2014).

A temática dos filmes de cobertura biodegradáveis é por isso atual e da maior importância tendo em conta o objetivo de tornar a atividade agrícola mais sustentável, a equipa de investigação e os contactos estabelecidos com o meio empresarial permitem transpor barreiras para a transferência de conhecimento técnico-científico para outros contextos e mercados fora da Europa.

Referências

- Agrobiofilm Consortium. 2013. Agrobiofilm - Compostable Films For Agriculture. 1ª Edição Silvex, Biobag & Icse (Ed.) Lisboa.
- Castro, R.; Cruz, A.; Rodrigues, C.; Correia, J.; Costa R.; Guerreiro, M. & Castro, J. 2013. Alternativas de Plantação da Vinha na Região Vinhos Verdes: Tubos Protetores, Agrobiofilm ou Solo Nu. Évora, 15 a 17 Maio, Vol. II.
- Coutinho, N.R.X. 2016. Monda de infestantes em Agricultura biológica. Avaliação de diferentes técnicas em alface (*Lactuca sativa*) e cebola (*Allium cepa*). Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica pelo Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Fortes Neto, P. 2015. Relatório Final Projeto Agrisus: 1351/14 Avaliação Do Bioplástico Como Cobertura Do Solo Para O Cultivo Agrícola. Taubaté, Brasil.
- GPP - Gabinete de planeamento e políticas. 2009. www.Gpp.pt
- Santos, M.E.P. 2014. Análise custo-benefício da utilização de filmes biodegradáveis vs filmes de polietileno: uma aplicação concreta a uma cultura de ciclo curto. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica pelo Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Saraiva A. & Duarte, E. 2016. O Papel dos Filmes de Cobertura Biodegradáveis, Nexus Agricultura e Ambiente, 1 a 3 de Março.

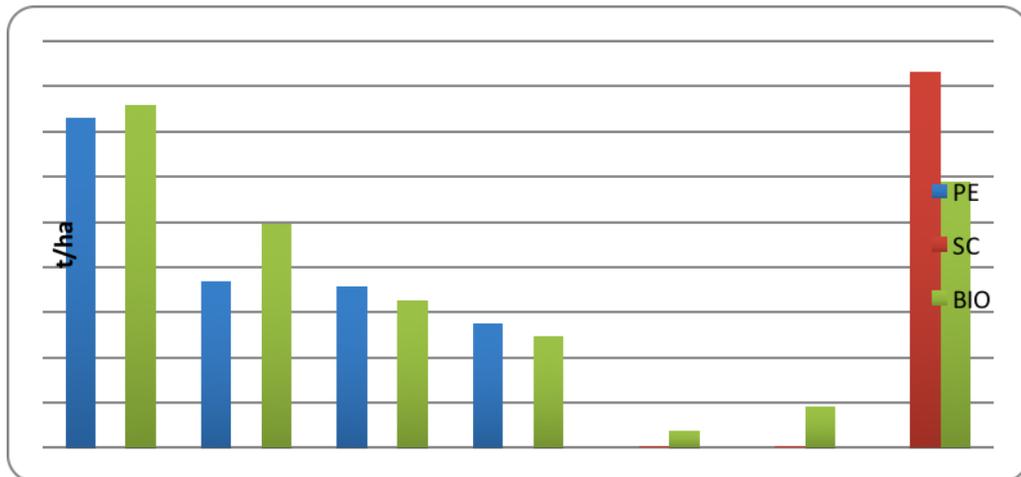


Figura 1 – Exemplo de produtividades obtidas em Portugal com Agrobiofilm vs Polietileno (PE) ou Solo sem cobertura (SC), sem diferenças significativas para todas as culturas excepto escarola em que o agrobiofilm foi superior e significativamente diferente do PE ($P < 0,05$).

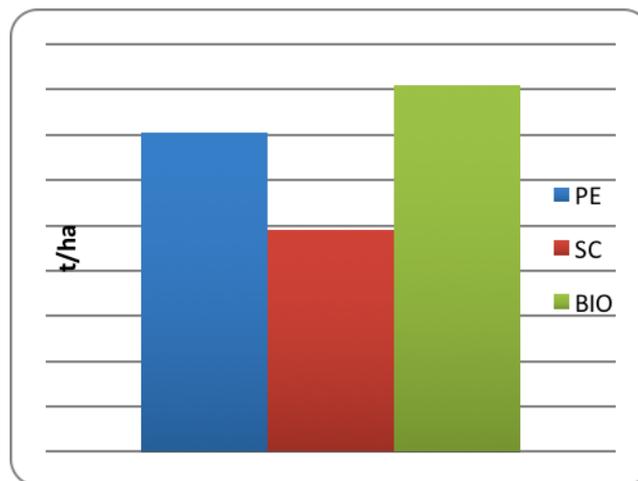


Figura 2 – Produtividade de alface no Brasil cultivado em canteiros com polietileno (PE), sem cobertura e Agrobiofilm (BIO), sem diferenças significativas estatisticamente entre o BIO e o PE mas estes estatisticamente diferentes do SC a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Doenças de culturas hortícolas diagnosticadas na Clínica Fitopatológica Prof. Hiroshi Kimati entre 2006 e 2016.

Liliane De Diana Teixeira¹ & Ana Luiza Homsí Galesi¹

¹Esalq/USP, Av. Pádua Dias, 11. CP 09. CEP: 13.418-900. Piracicaba-SP, Brasil, email: lilianedt@usp.br; ana.hgalesi@gmail.com

Resumo

A Clínica Fitopatológica Prof. Hiroshi Kimati, da ESALQ/USP, atende agricultores de pequeno, médio e grande porte, profissionais de empresas agrícolas públicas e privadas, graduandos e pós-graduandos e demais interessados em solucionar problemas causados por fitopatógenos. É uma das principais clínicas de diagnose do Brasil e, dessa forma, o perfil de amostras vegetais que recebe, reflete a relevância das doenças que estão incidindo nas lavouras. O objetivo deste trabalho foi identificar os principais problemas que acometeram os cultivos hortícolas brasileiros no período de 2006 a 2016. Nesse período, foram analisadas 6073 amostras, entre hortaliças, frutíferas, ornamentais, essências florestais, aromáticas e grandes culturas, etc. Desse total, as hortaliças se destacaram, representando 30 % das amostras analisadas. A cultura de tomate foi a de maior ocorrência, com o percentual de 32 %, sendo seguida por alface, 20 %; rúcula e pimentão, 6,8 % cada e salsa 6,3 %. Por se tratar da principal hortaliça de fruto comercializada no Brasil, ser suscetível a inúmeras doenças e ser altamente valorizada economicamente, o tomate liderou o número de amostras de hortícolas. Nessa cultura, as doenças bacterianas ocorreram com maior frequência, 67,07 %, seguidas das doenças fúngicas, 51,38 %; doenças viróticas, 20 % e doenças fisiológicas também 20 %.

Palavras-chave: diagnose, doenças de plantas, hortaliças, fitopatógenos, tomate.

Abstract

Vegetables diseases diagnosticated in Phytopathological Clinic Prof. Hiroshi Kimati between 2006 and 2016.

The Phytopathological Clinic Prof. Hiroshi Kimati, from ESALQ/ USP, assist small, medium and large farmers, professionals from public and privated companies, graduation and post-graduation students and all community that is look forward to solve phytopathogenic problems. It is one of the main diagnosis clinics from the Brazil, therefore receives a large spectre of samples which reflects the relevance of the diseases in the main crops around the country. The objective of this study was to identify the main problems that affected brazilian horticultural plantations from 2006 to 2016. During these period, 6073 samples from vegetables, fruits, ornamentals, forestry, aromatical plants and major crops have been analised. Vegetables represented 30% of the total. Tomatoes cultures had the major occurency with 32% followed by lettuce, 20%, arugula, 6,8%, bell pepper, 6,8% and parsley 6,3%. Tomatoes came first at the number of samples from vegetables due to its high susceptibility to diseases and economic value in the market. On tomatoes, the bacterial diseases occurred with major frequency, 67,07%, followed by fungi, 51,38 %, viruses, 20% and fisiological disorders, 20%.

Keywords: diagnosis, plant diseases, vegetables, phytopathogens, tomato.

Introdução

A Clínica Fitopatológica Prof. Hiroshi Kimati está situada no Departamento de Fitopatologia e Nematologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Realiza a prestação de serviços à comunidade, diagnosticando doenças que afetam plantas e indicando as práticas mais adequadas de manejo. Além disso, auxilia as atividades acadêmicas no ensino de Fitopatologia nos níveis de graduação e pós-graduação da ESALQ/USP e desenvolve pesquisas sobre a identificação acurada de agentes causais e a eficácia de diversos métodos de controle de doenças de plantas. Também efetua análises em substratos, fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo, para detectar a presença de fitopatógenos, atendendo a Instrução Normativa Nº 27, de 05/06/2006, do Ministério da Agricultura Brasileiro, que regulamenta o comércio desses produtos no Brasil e visa auxiliar o estabelecimento de lavouras livres de doenças.

Idealizada e fundada pelo fitopatologista e catedrático do Setor de Fitopatologia da ESALQ/USP, Hiroshi Kimati, por volta do ano de 1980, a Clínica vem contribuindo, desde essa época para aprimorar a agricultura nacional, pois, a análise fitopatológica permite a diagnose correta da doença que está afetando a lavoura e, dessa maneira, o produtor tem a possibilidade, em tempo hábil, de adotar medidas de controle eficazes, viáveis economicamente e seguras para a saúde dos trabalhadores rurais, dos consumidores dos vegetais e que preservem o meio ambiente.

Com o objetivo de identificar os principais problemas que acometeram os cultivos de plantas hortícolas no Brasil, entre os anos de 2006 e 2016, foi desenvolvido o presente trabalho.

Material e Métodos

Todas as amostras recebidas na Clínica Fitopatológica Prof. Hiroshi Kimati nesse período foram cadastradas. Após o recebimento e cadastramento, procederam-se todas as análises necessárias para a execução da diagnose.

A identificação das doenças fúngicas, especialmente aquelas que afetam a parte aérea dos vegetais, geralmente foi efetuada através da observação do quadro sintomatológico apresentado pela planta, aliada à visualização e identificação das estruturas morfológicas características do fungo e, comparação com a literatura específica sobre o assunto (Amorim et al., 2016; Barnett & Hunter, 1998; Davis et al., 1997; Jones et al., 1991; Lopes & Ávila, 2003; Lopes & Ávila, 2005; Rimmer et al., 2007; Stevenson et al., 2001; Whitney & Duffs, 1986). Em amostras nas quais não era possível a observação dos sinais típicos do fungo, procedeu-se o isolamento indireto do material vegetal em meios de cultura, para a posterior identificação do fungo. Em casos específicos, foram empregados métodos moleculares para a identificação de fungos fitopatogênicos.

Para a diagnose de bacterioses, foram observados os sintomas das doenças, efetuadas corridas bacterianas, realizados os isolamentos em meios de cultura específicos ou não, e empregados testes bioquímicos, serológicos ou moleculares para a identificação das bactérias (Schaad et al., 2011; Kelman, 1954; Quezado-Duval & Lopes, 2010; Quezado-Duval & Martins, 2007; Quezado-Duval et al., 2012).

Para a identificação de viroses, as análises incluíram métodos serológicos, de microscopia eletrônica, de inoculação de plantas hospedeiras diferenciais e técnicas moleculares (Dovas et al., 2002; Mowat & Dawson, 1987).

A diagnose de doenças causadas por fitoplasmas foi baseada em análises moleculares e, em vários casos também foram efetuadas observações em microscopia eletrônica.

Após a conclusão da diagnose, foram emitidos resultados de diagnóstico fitossanitário, em que constam o agente causal da doença e as medidas mais adequadas de manejo.

Resultados e Discussão

Entre os anos de 2006 e 2016, foram analisadas na Clínica Fitopatológica Prof. Hiroshi Kimati, um total de 6073 amostras, incluindo vegetais (hortaliças, frutíferas, ornamentais, essências florestais, aromáticas, grandes culturas, etc), além de amostras de solo e substratos para detecção de fitopatógenos. Trinta por cento desse total foram de plantas hortícolas, de trinta espécies diferentes, ou seja, 1795 amostras (Quadros 1, 2 e 3).

Com 580 amostras analisadas, a cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L.) se destacou, representando 32 % do total de hortaliças.

De acordo com o Quadro 1, as doenças bacterianas foram as mais frequentes nessa cultura, lideradas pela murcha bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum* e pela mancha bacteriana, ocasionada por *Xanthomonas* spp.

As doenças fúngicas atingiram a segunda colocação, com a Mancha de Cladospório, cujo agente causal é *Cladosporium fulvum* (sin. *Fulva fulva*) exibindo maior ocorrência.

Já as doenças viróticas apresentaram o mesmo percentual de frequência que as doenças fisiológicas, ambas com praticamente 20 % dos diagnósticos. Entre as viroses, os tospovirus, que provocam a doença conhecida como vira-cabeça, foram os mais frequentes.

As amostras com insetos e ácaros foram de menor ocorrência e, quando houve necessidade de identificação mais acurada, esses organismos foram encaminhados para o Departamento de Entomologia e Acarologia.

Como a maioria das amostras foram encaminhadas via correio, parte chegou ao laboratório em más condições, impróprias para serem submetidas à análise fitopatológica. Essas amostras foram contabilizadas como deterioradas.

Em outros casos, as amostras sofreram pulverizações antes de serem coletadas e enviadas para o laboratório, o que prejudicou muito a observação e cultivo dos fitopatógenos, especialmente fúngicos. Algumas amostras foram coletadas por pessoas inabilitadas para a escolha de plantas com sintomas típicos que estavam ocorrendo na área, além da coleta de partes de plantas em que os patógenos não estavam presentes (como partes de plantas com sintomas reflexos). Essas amostras foram contabilizadas como inadequadas (Quadros 1, 2 e 3).

O percentual de amostras de tomate deterioradas e inadequadas à análise foi de 7,76 % (Quadro 1).

Geralmente, em cada amostra foram detectados mais de um agente causal. Em função desse fato, as porcentagens dos diagnósticos apresentadas foram relativas ao número de amostras analisadas de cada cultura (Quadros 1, 2 e 3).

A cultura de alface (*Lactuca sativa* L.), foi a segunda hortaliça com maior número de amostras analisadas nesse período: 358. De forma semelhante ao tomate, trata-se da hortaliça folhosa mais comercializada no Brasil e suscetível à várias doenças.

Segundo o Quadro 2, as doenças fúngicas foram as mais frequentes nessa cultura e apresentaram a maior diversidade, sendo o fungo *Thielaviopsis basicola*, agente causal

da podridão negra da raiz, de maior ocorrência. As doenças fúngicas foram seguidas por aquelas ocasionadas por cromistas, pelas doenças fisiológicas, pelas bacterioses, por ataques de insetos e pelas viroses, nessa ordem. Entre os cromistas, *Pythium* spp., que ocasionam as doenças damping-off e podridão radicular, se destacaram e constituem o mais grave problema em cultivos hidropônicos. As tospoviroses também foram as mais frequentemente encontradas em alface, dentre as viroses.

Além de alface e tomate, outras vinte e oito espécies de hortaliças foram analisadas nesse período (Quadro 3). De uma maneira geral, para todas essas culturas, as doenças fúngicas foram predominantes, com exceção de *Brassica oleracea* L. var. *acephala* (couve), *Brassica oleracea* L. var. *botrytis* (couve-flor), *Brassica oleracea* L. var. *capitata* (repolho), *Cichorium intybus* L. (almeirão e chicória), *Coriandrum sativum* L. (coentro), *Cucurbita pepo* L. (abobrinha), *Dioscorea rotundata* Poir (inhame), *Raphanus sativus* L. (rabanete) e *Solanum aethiopicum* L. (jiló).

Para diversas culturas, todas as amostras analisadas foram diagnosticadas com pelo menos uma doença fúngica, concomitantemente com outra enfermidade causada por agente causal pertencente a outro grupo ou com ataque de insetos ou ácaros.

Convém ressaltar que a grande maioria das amostras de abobrinha analisadas apresentava pelo menos uma virose.

Conclusões

1. Entre os anos de 2006 e 2016 foram analisadas 6073 amostras, sendo 1795 amostras de plantas hortícolas, de trinta espécies diferentes.
2. Entre as hortaliças analisadas, a cultura de tomate foi a de maior ocorrência, com o percentual de 32 %, sendo seguida por alface, 20 %; rúcula e pimentão, 6,8 % cada e salsa 6,3 %.
3. A doença murcha bacteriana foi a mais frequente na cultura de tomate.
4. Na cultura de alface, o maior número de diagnósticos foi de *Pythium* spp.
5. As doenças fúngicas predominaram na maioria das plantas hortícolas analisadas entre 2006 e 2016.

Referências

- Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A & Camargo, L.E.A. (eds). 2016. Manual de Fitopatologia, Vol. 2. Editora Ceres, Ouro Fino.
- Barnett, H.L. & Hunter, B.B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Davis, R.M., Subbarao, K.V., Raid, R.N. & Kurtz, E.A. (eds.). 1997. Compendium of Lettuce Diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Dovas, C.I., Katis, N.I. & Avgelis, A.D. 2002. Multiplex detection of criniviruses associated with epidemics of a yellowing disease of tomato in Greece. Plant Disease 86:1345-1349.
- Jones, J.B., Jones, J.P., Stall, R.E. & Zitter, T.A. (eds.). 1991. Compendium of Tomato Diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Kelman, A. 1954. The relationship of pathogenicity in *Pseudomonas solanacearum* to colony appearance on a tetrazolium medium. Phytopathology 44:693-695.
- Lopes, C.A. & Ávila, A.C. 2003. Doenças do Pimentão – Diagnose e Controle. Embrapa, Brasília.
- Lopes, C.A. & Ávila, A.C. 2005. Doenças do Tomateiro. Embrapa, Brasília.
- Mowat, W.P. & Dawson, S. 1987. Detection of plant viruses by ELISA using crude sap extracts unfractionated antisera. J. Virol. Met. 15:233-247.

- Quezado-Duval, A.M., Araújo, E.R. de & Ferreira, M.A.S.V. 2012. Detecção e identificação molecular de *Xanthomonas* spp. causadoras da mancha bacteriana do tomateiro. Comunicado Técnico 84. Embrapa, Brasília.
- Quezado-Duval, A.M. & Lopes, C.A. 2010. Mancha bacteriana: uma atualização para o Sistema de Produção Integrada de tomate indústria. Circular Técnica 84. Embrapa, Brasília.
- Quezado-Duval, A.M. & Martins, O.M. 2007. Necrose da medula: uma ameaça para o tomate estaqueado no Brasil. Circular Técnica 50. Embrapa, Brasília.
- Rimmer, S. R., Shattuck, V.I. & Buchwaldt, L. (eds.). 2007. Compendium of Brassica Diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Schaad, N.W., Jones, J.B. & Chun, W. 2001. Laboratory guide for identification of Plant Pathogenic Bacteria. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Stevenson, W.R., Loria, R., Franc, G.D. & Weingartner, D.P. (eds.). 2001. Compendium of Potato Diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Whitney, E.D. & Duffs, J.E. (eds.). 1986. Compendium of Beet Diseases and Insects. APS Press, St. Paul, Minnesota.

Quadro 1 - Diagnoses realizadas nas amostras de tomate entre 2006 e 2016.

Diagnósticos Amostras Tomate		
Bactérias	Nº	%*
<i>Ralstonia solanacearum</i>	187	32,24
<i>Xanthomonas</i> sp.	141	24,31
<i>Xanthomonas vesicatoria</i>	7	1,21
Bactéria não identificada	1	0,17
TOTAL	389	67,07
Vírus		
<i>Tomato chlorotic spot virus</i> - TCSV	29	5,00
<i>Tomato spotted wilt virus</i> - TSWV	4	0,69
<i>Groundnut ringspot virus</i> - GRSV	7	1,21
<i>Tospovirus</i>	21	3,62
<i>Tomato yellow vein streak virus</i> - ToYVSV	4	0,69
<i>Tomato severe rugose virus</i> - ToSRV	5	0,86
<i>Tomato common mosaic virus</i> - ToCmMV	1	0,17
<i>Tomato mottle leaf curl virus</i> - TMLCV	2	0,34
<i>Geminivirus (Begomovirus)</i>	17	2,93
<i>Potato virus Y</i> - PVY	1	0,17
<i>Pepper yellow mosaic virus</i> - PepYMV	1	0,17
<i>Potyvirus</i>	1	0,17
<i>Tomato chlorosis virus</i> - ToCV	8	1,38
<i>Crinivirus</i>	14	2,41
TOTAL	115	19,83
Abiótico		
TOTAL	115	19,83
Insetos e Ácaros		
Cochonilha	1	0,17
Mosca branca	19	3,28
<i>Lyriomyza</i> sp.	14	2,41
Tripes	0	0,00
<i>Fungus gnats</i>	0	0,00
Larva díptero	1	0,17
Ácaro rajado	3	0,52
Lagarta mastigadora	1	0,17
TOTAL	39	6,72
Inadequada/Deteriorada		
TOTAL	45	7,76

*Porcentagens relativas a 580 amostras de tomate analisadas.

Quadro 2 - Diagnoses realizadas nas amostras de alface entre 2006 e 2016.

Diagnósticos Amostras Alface		
Fungos	Nº	%*
<i>Alternaria sonchi</i>	8	2,23
<i>Botrytis cinerea</i>	1	0,28
<i>Ceratocystis fimbriata</i>	1	0,28
<i>Cercospora longissima</i>	16	4,47
<i>Corynespora cassiicola</i>	1	0,28
<i>Fusarium</i> sp.	38	10,61
<i>Fusarium oxysporum</i>	27	7,54
<i>Fusarium solani</i>	4	1,12
<i>Marssonina panattoniana</i>	1	0,28
<i>Oidium</i> sp.	17	4,75
<i>Olpidium</i> sp.	3	0,84
<i>Physarum</i> sp.	1	0,28
<i>Rhizoctonia solani</i>	32	8,94
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	3	0,84
<i>Stemphylium</i> sp.	7	1,96
<i>Thielaviopsis basicola</i>	52	14,53
<i>Verticillium dahliae</i>	8	2,23
TOTAL	220	61,45
Cromistas		
<i>Pythium</i> spp.	86	24,02
<i>Phytophthora</i> sp.	2	0,56
<i>Bremia lactucae</i>	8	2,23
TOTAL	96	26,82
Bactérias		
<i>Pectobacterium carotovorum</i>	52	14,53
<i>Pseudomonas cichorii</i>	6	1,68
Bactéria não identificada	1	0,28
TOTAL	59	16,48
Vírus		
Tomato chlorotic spot virus - TCSV	9	2,51
Tospovirus	21	5,87
Lettuce mosaic virus - LMV	6	1,68
Mirafiori lettuce big vein virus - MiLBVV	2	0,56
TOTAL	38	10,61
Insetos		
<i>Ascia monuste orseis</i>	1	0,28
<i>Lyriomyza</i> sp.	16	4,47
Tripes	10	2,79
<i>Fungus gnats</i>	10	2,79
Praga mastigadora	2	0,56
Percevejo	2	0,56
Diplopode	4	1,12
Collembola	1	0,28
TOTAL	46	12,85
Abiótico		
TOTAL	93	25,98
Deterioradas		
TOTAL	15	4,19

*Porcentagens relativas a 358 amostras de alface analisadas.

Quadro 3 - Porcentagem de grupos de agentes causais diagnosticados em vinte e oito espécies hortícolas entre 2006 e 2016.

Cultura	N**	Fungos	Cromistas	Bactérias	Vírus	Fitoplasma	Abiótico	Insetos e Ácaros	Inadequada / Deteriorada
<i>Abelmoschus esculentus</i> L. Moench. (quiabo)	9	100,00	0,00	0,00	11,11	0,00	11,11	66,67	0,00
<i>Allium cepa</i> L. (cebola)	24	100,00	0,00	16,67	0,00	0,00	4,17	8,33	0,00
<i>Allium sativum</i> L. (alho)	2	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00	0,00
<i>Armoracia rusticana</i> P. Gaertn., B. Mey. & Scherb. (raiz forte)	21	100,00	19,05	23,81	4,76	0,00	9,52	23,81	0,00
<i>Beta vulgaris</i> L. (beterraba)	24	83,33	4,17	12,50	4,17	4,17	20,83	0,00	0,00
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> (couve)	11	36,36	0,00	36,36	0,00	0,00	18,18	63,64	9,09
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>botrytis</i> (couve-flor)	14	35,71	0,00	57,14	7,14	0,00	14,29	14,29	7,14
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> (repolho)	17	29,41	0,00	47,06	0,00	5,88	23,53	11,76	23,53
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> (brócolis)	17	58,82	5,88	29,41	0,00	5,88	11,76	5,88	0,00
<i>Capsicum</i> spp. (pimenta)	25	72,00	0,00	0,00	8,00	0,00	24,00	16,00	8,00
<i>Capsicum annuum</i> L. (pimentão)	122	40,98	5,74	19,67	29,51	0,82	33,61	11,48	4,92
<i>Cichorium endivia</i> L. subsp. <i>endiva</i> (escarola)	3	100,00	0,00	0,00	33,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cichorium intybus</i> L. (almeirão)	12	16,67	0,00	0,00	33,33	0,00	33,33	16,67	0,00
<i>Cichorium intybus</i> L. (chicória)	16	18,75	12,50	6,25	37,50	0,00	31,25	6,25	0,00
<i>Coriandrum sativum</i> L. (coentro)	6	33,33	83,33	16,67	0,00	0,00	16,67	0,00	0,00
<i>Cucumis sativus</i> L. (pepino)	54	62,96	7,41	3,70	14,81	0,00	25,93	16,67	3,70
<i>Cucurbita moschata</i> Duch. (abóbora)	18	38,89	33,33	5,56	5,56	0,00	16,67	33,33	0,00
<i>Cucurbita pepo</i> L. (abobrinha)	29	55,17	20,69	0,00	82,76	0,00	3,45	17,24	10,34
<i>Daucus carota</i> L. (cenoura)	28	100,00	10,71	42,86	0,00	0,00	7,14	0,00	7,14
<i>Dioscorea alata</i> L. (cará)	4	100,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00
<i>Dioscorea rotundata</i> Poir (inhame)	2	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00
<i>Eruca sativa</i> L. (rúcula)	121	71,07	38,84	25,62	0,00	0,00	28,10	13,22	4,13
<i>Nasturtium officinale</i> R. Br. (agrião)	25	68,00	16,00	0,00	0,00	0,00	24,00	4,00	12,00
<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss (salsa)	113	100,00	27,43	9,73	0,00	0,88	11,50	6,19	2,65
<i>Raphanus sativus</i> L. (rabanete)	3	33,33	33,33	0,00	0,00	0,00	33,33	0,00	0,00
<i>Sechium edule</i> Sw. (chuchu)	9	88,89	0,00	0,00	0,00	0,00	33,33	55,56	11,11
<i>Solanum aethiopicum</i> L. (jiló)	3	33,33	0,00	0,00	33,33	0,00	33,33	0,00	0,00
<i>Solanum melongena</i> L. (berinjela)	22	40,91	36,36	27,27	13,64	0,00	22,73	4,55	0,00
<i>Solanum tuberosum</i> L. (batata)	103	62,14	8,74	52,43	2,91	0,00	13,59	3,88	14,56

*Número total de amostras analisadas da cultura.

Caracterização da gestão da fertirrega e aplicação de produtos fitofarmacêuticos em culturas sem solo em Portugal

Miguel G. Santos¹, Isabella Roncon¹, Ruth Pereira^{2,3} & Susana M.P. Carvalho^{1*}

¹ GreenUPorto, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Campus Agrário de Vairão, Rua Padre Amaro Quintas 7, 4485-661 Vairão, Portugal

² Departamento de Biologia & GreenUP/CITAB-UP, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Rua do Campo Alegre s/n, 4169-007 Porto, Portugal

³ CIIMAR (Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental), Universidade do Porto, Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões Av. General Norton de Matos s/n 4450-208 Matosinhos, Portugal

* Email: susana.carvalho@fc.up.pt

Resumo

No âmbito do projeto Europeu ‘*AgriNuPes*’ (<http://www.agrinupes.eu/>) procedeu-se à caracterização da gestão da fertirrega e aplicação de produtos fitofarmacêuticos (PF) em culturas sem solo em Portugal. Nesse sentido, foram conduzidos questionários a 12 produtores, com principal enfoque nas culturas de tomate, morango e flores de corte das regiões de Entre-Douro-e-Minho e Oeste. Os resultados revelaram que os produtores recorrem maioritariamente ao uso de substratos (semihidropónico) e menos à hidroponia pura (apenas 8%). Relativamente à reutilização da solução nutritiva verificou-se uma igual distribuição (42%) entre o ‘sistema aberto’ (sem recolha de drenagem) e o ‘semiaberto’ (com reutilização da drenagem da cultura principal em culturas secundárias), sendo que apenas 16% usa ‘sistemas fechados’ (com recirculação da drenagem). Todos os produtores indicaram o custo de investimento como principal limitação para a implementação de sistemas fechados e 29% referiu ainda a falta de conhecimento técnico. A fertirrega gota-a-gota é o principal sistema de rega adotado (83%), e os furos (55%), poços (27%) e chuva (27%) são as principais origens da água de rega. As necessidades de rega são principalmente avaliadas empiricamente (75%), e/ou pelo volume de drenagem (58%). Metade dos produtores tem reservatório(s) para recolha da drenagem, mas apenas 58% desses produtores controla alguns parâmetros, nomeadamente a condutividade elétrica (100%), pH (71%) e volume drenado (43%). A desinfecção da drenagem apresenta-se como prática incomum (10%). Para o combate às pragas e doenças a frequência de aplicação de PF mais comum é a semanal (58%) maioritariamente por pulverização (91%), enquanto que a aplicação através da rega é utilizada apenas por 27% dos inquiridos. Estes resultados corroboram a necessidade de desenvolver metodologias e tecnologias de apoio ao produtor na gestão da fertirrega, de modo a aumentar a eficiência do uso da água e nutrientes, e que incentivem a implementação de sistemas com reaproveitamento da drenagem.

Palavras-chave: culturas protegidas, fertilizantes, hidroponia, macronutrientes, questionários, rega

Abstract**Characterization of the fertigation management and application of phytopharmaceutical products on soilless cultivation in Portugal**

In the framework of the European project ‘AgriNuPes’ (<http://www.agrinupes.eu/>), the management of fertigation and application of plant protection products (PPP) on soilless cultivation in Portugal were characterized. To that end, questionnaires were conducted to 12 growers from the Entre-Douro-e-Minho and West regions, with a focus on tomato, strawberry and cut flowers. The results showed that growers mainly use substrates (semi-hydroponics) and only 8% produce in hydroponic systems. Concerning the reuse of the nutrient solution, there is an equal distribution (42%) between ‘open systems’ (without drainage collection) and ‘semi-open systems’ (drain is collected from the main crop and reused in secondary crops), with only 16% using ‘closed systems’ (with drain recirculation). All growers have indicated the cost of investment as the main reason for not implementing a closed system and 29% also mentioned the lack of technical knowledge. Drip fertigation is the main irrigation system adopted (83%), and boreholes (55%), wells (27%) and rain (27%) are the main sources of irrigation water. Irrigation needs are mostly evaluated empirically (75%), and/or through drainage volume (58%). Half of the growers have reservoirs for drainage collection, but only 58% of them control some parameters, namely the electrical conductivity (100%), pH (71%) and volume of the drained solution (43%). Disinfection of the drainage is not a common practice (10%). To control crops’ pests and diseases, the most common frequency of PPP application is weekly (58%), mostly by pulverization (91%), while application through irrigation water is used by only 27% of the respondents. These results corroborate the need to develop methodologies and technologies that can support the growers in the fertigation management, in order to increase water and nutrient use efficiency, and that encourage the implementation of systems with drainage reuse.

Keywords: protected crops, fertilizers, hydroponics, macronutrients, questionnaires, irrigation

Introdução

A sustentabilidade e a competitividade do setor hortícola em geral, e das culturas protegidas em particular, estão fortemente relacionadas com a utilização eficiente da água, fertilizantes e produtos fitofarmacêuticos (PF) para otimizar as necessidades das culturas e minimizar o impacto ambiental. A gestão eficiente destes recursos é considerada um dos principais objetivos da agricultura moderna (Yousaf et al., 2016). O uso de ferramentas tecnológicas que ajudem na tomada de decisões contribui nessa gestão, mitigando problemas relacionados com a escassez de recursos (Labeledzki, 2016).

O projeto europeu ‘AgriNuPes’ tem como objetivo o desenvolvimento e teste de sensores económicos e expeditos para a monitorização de macronutrientes (NPK) e de PF presentes na solução nutritiva de forma a otimizar o uso destes recursos e reduzir o seu impacto ambiental, apoiando o produtor na tomada de decisão da gestão da fertirrega. A boa qualidade da água de rega deve ser preservada para evitar a toxicidade nas plantas pela acumulação de nutrientes e de PF (Dorais et al., 2016). Como tal, uma avaliação frequente da solução nutritiva, em sistemas fechados (i.e. com recirculação da solução nutritiva) ou semiabertos (i.e. com recolha da drenagem da cultural principal, que é posteriormente reutilizada em culturas secundárias), permite aferir acerca da sua

adequação para permanecer em recirculação no sistema. Como parte integrante do ‘*AgriNuPes*’, o objetivo deste estudo foi o de caracterizar a gestão da fertirrega e a aplicação de PF em culturas sem solo em Portugal. A informação recolhida será relevante para a definição das especificações dos sensores a desenvolver.

Material e Métodos

No sentido de recolher a informação pretendida, foi desenvolvido um questionário composto por quatro secções: A) Caracterização da empresa e do produtor; B) Caracterização do sistema de produção; C) Caracterização do sistema de rega; D) Caracterização dos produtos fitofarmacêuticos utilizados. O questionário incluiu perguntas de resposta aberta e resposta fechada, com possibilidade de escolha de uma opção de resposta ou múltiplas opções. Estes foram conduzido a uma amostra de 12 produtores nacionais de culturas sem solo, com principal enfoque na cultura de tomate, morango e flores de corte localizados na região de Entre-Douro-e-Minho (EDM) e do Oeste. Estas regiões e culturas foram selecionadas atendendo à sua representatividade em termos de cultivo sem solo em Portugal. Na região de EDM quatro concelhos foram amostrados: Póvoa de Varzim, Vila do Conde, Barcelos e Esposende. O questionário foi realizado aos produtores preferencialmente de forma presencial (8) ou, quando não foi possível, via telefone (2) ou excecionalmente por email (2).

Para facilitar a identificação e contacto dos produtores que preenchiam os pré-requisitos do estudo (i.e. produção sem solo das culturas alvo e das regiões de interesse acima indicadas), as principais associações de produtores do EDM (nomeadamente a PAM - Produção e Distribuição Hortícola do Litoral, Lda e a HORPOZIM - Associação de Horticultores da Póvoa de Varzim) e a empresa Campoeste SA (viveirista de plantas hortícolas da região do Oeste) foram contactadas. Os produtores do Oeste foram inquiridos por telefone e email.

Relativamente aos PF frequentemente utilizados pelos produtores, foi através de consulta das fichas técnicas dos produtos mencionados que se identificaram os princípios ativos incluídos na sua formulação. Todas as respostas foram posteriormente codificadas para a compilação dos dados e análise estatística descritiva. Nas questões com a possibilidade de escolha de mais que uma opção de resposta, as frequências foram calculadas considerando a percentagem de resposta para cada opção individual. Assim, a soma total das frequências de resposta poderá ser superior a 100%.

Resultados e Discussão

Um total de 12 produtores das duas regiões amostradas responderam ao questionário, sendo 10 do EDM e dois do Oeste. A idade média dos inquiridos é de 43 anos. O volume de negócios das empresas que estes representam, perguntado em questão opcional e respondida por 10 dos inquiridos, totaliza 5,5 milhões de euros. Relativamente às áreas de produção, os produtores inquiridos representam 27,8 ha de produção em estufa e tendo ainda aproximadamente 1,4 ha de produção ao ar livre. Da área total, 52% são do Oeste e 48% do EDM (resultados não apresentados).

Em termos de sistema de produção (Fig. 1), dos 12 produtores inquiridos apenas um produz em hidroponia pura (técnica de filme nutritivo), enquanto os restantes 11 produzem em semihidroponia (i.e. com recurso a substratos). Em relação à drenagem e reutilização da solução nutritiva, 84% dos produtores usam o sistema aberto e semiaberto com igual distribuição entre ambos, e apenas 16% usa sistema fechado, com recirculação da solução. Quando questionados acerca das razões para não adotarem um

sistema fechado (Fig. 1c), todos os inquiridos mencionaram o custo de investimento e 29% referiu o receio em arriscar devido à falta de conhecimento técnico, enquanto que 43% indicaram “outras” razões, nomeadamente: “planeei mas a empresa fornecedora faliu durante a preparação do processo”; “motivos relacionados com a fitossanidade”; “em Portugal, a opção por recolher a água de rega ainda não é fiável”.

No que respeita a área de produção das culturas em estufa do total dos produtores inquiridos (Fig. 2a), a cultura do tomate ocupa 41%, seguida das flores de corte com 14% e do morango com 13% da área. Já 32% está reservada a outras culturas, nomeadamente melão, hortaliças e plantas ornamentais. Nas áreas de produção secundárias ao ar livre (Fig. 2b), as principais culturas deste grupo de inquiridos são as plantas ornamentais (56%), seguidas de outras hortícolas (37%; ex. tomate, alface, pimento, cebola, alho) e flores de corte (7%).

Entre os produtores inquiridos, 83% aplicam fertirrega através do sistema gota-a-gota, enquanto 17% usam rega por aspersão (Fig. 3a). No período primavera-verão, os inquiridos fazem em média $7,7 \pm 5,5$ regas diárias de $6,2 \pm 3,9$ min de duração, revelando uma elevada variação nestes parâmetros (que se justificará pela diversidade de culturas). No período outono-inverno o número de regas diminui, em média, para $2,5 \pm 2,9$ regas diárias de $6,1 \pm 3,9$ min de duração. O consumo médio de água no período primavera-verão é de 1001 ± 1798 hl dia⁻¹ ha⁻¹ (n=10), enquanto o consumo médio no outono-inverno cai até aos 106 ± 110 hl dia⁻¹ ha⁻¹ (n=10).

Quando questionados acerca da origem da água da rega usada, 55% dos produtores referiram a obtenção de água por furos, enquanto 27% utiliza poços, 27% recolhe água da chuva e 8% mencionaram outra origem, nomeadamente “água de nascente”. A opção “água da companhia” não foi escolhida por nenhum dos produtores, naturalmente devido aos custos associados à mesma (Fig. 3b). Relativamente ao controlo das necessidades de rega, 75% referiram controlar empiricamente com base na experiência, 58% referiram o controlo através do volume de drenagem, 17% pela radiação solar e 17% através da temperatura (Fig. 4).

Em termos quantitativos para a drenagem, os produtores referiram um volume médio de 80 ± 60 hl ha⁻¹ tendo como objetivo alcançar $23 \pm 9\%$ de drenagem relativa ao volume total de rega. O controlo da solução nutritiva é realizado por 58% dos inquiridos, enquanto os restantes 42% não fazem qualquer controlo (Fig. 5-a). Todos os inquiridos que controlam a solução drenada medem a condutividade elétrica (CE), 71% controlam o pH, 43% controlam o volume drenado, enquanto nenhum referiu “outros parâmetros” (Fig. 5b).

Quando questionados sobre a existência de reservatório para a recolha da drenagem, as respostas foram igualmente distribuídas, com 50% de respostas positivas e 50% de respostas negativas (n=12, Fig. 6a). Relativamente ao material de revestimento, 50% referiram ter reservatórios metálicos, 33% reservatórios plásticos e 17% referiram outro material (“reservatório de betão”) (Fig. 6b). Todos eles foram referidos como sendo impermeáveis. Entre os produtores que afirmaram ter pelo menos um reservatório, 83% tem o(s) reservatório(s) fechado(s), enquanto apenas 17% referiu que se encontra(m) aberto(s) (Fig. 6c). Em média, os produtores possuem $1,8 \pm 1,2$ reservatórios, com uma capacidade média de 734 ± 824 hl (resultados não apresentados).

As principais pragas e doenças mencionadas pelos inquiridos, assim como as substâncias ativas constituintes dos PF frequentemente utilizados apresentam-se na Tabela 1. No que concerne à frequência de aplicação dos PF, 58% referiu fazer

aplicações semanais, enquanto 8% faz aplicações quinzenais. Outras frequências de aplicação foram mencionadas por 50% dos inquiridos, que deram cinco respostas distintas, como “sempre que se apresentam sintomas”, “a intervalos de 3 dias”, “mensalmente”, “semestralmente” e “anualmente”. O principal método de aplicação é a pulverização (91%), seguida pela aplicação através da rega (27%).

Apesar do carácter anónimo do questionário, as questões diretamente relacionadas com impacte ambiental, nomeadamente as relativas ao uso de PF e de substâncias potencialmente poluentes, foram por vezes respondidas com algum reserva, por se tratar dum assunto sensível. Como tal, podemos especular que os dados obtidos sobre o uso de PF poderão não ser totalmente representativos do cenário real.

Conclusões

Os resultados deste inquérito permitem-nos concluir que existe uma elevada percentagem de produtores que não reaproveita as soluções nutritivas e que a gestão da fertirrega é frequentemente feita de uma forma empírica. Estes resultados revelam que ainda existe uma margem significativa para o aumento da eficiência do uso dos recursos hídricos e dos nutrientes em sistemas de produção sem solo em Portugal. Assim, existe a necessidade de se desenvolverem metodologias económicas e expeditas que permitam aos produtores uma avaliação do potencial de reutilização da solução nutritiva, de modo a incentivar os produtores a implementar sistemas de produção fechados ou semiabertos. Para tornar este estudo mais alargado, no futuro seria importante inquirir mais produtores particularmente na região do Oeste e alargar os inquéritos a outras regiões de Portugal, nomeadamente o Alentejo e o Algarve.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração de todos os inquiridos e das organizações de produtores envolvidas, assim como da UE e da FCT pelo financiamento ao Projeto WaterJPI/002/2015, no âmbito do consórcio colaborativo internacional AGRINUPES, financiado pelo ERA-NET WaterWorks2015. Este ERA-NET é parte integrante das Atividades Conjuntas 2016 desenvolvidas pelo ‘Water Challenges for a Changing World Joint Programme Initiative (Water JPI)’.

Referências

- Dorais, M., Alsanius, B. W., Voogt, W., Pepin, S., Tüzel, İ.H., Tüzel, Y. & Möller, K. 2016. Impact of water quality and irrigation management on organic greenhouse horticulture. BioGreenhouse COST Action FA 1105, www.biogreenhouse.org. Direção Regional de Agricultura e Pescas. Consultado em 01/09/2017: www.drapc.min-agricultura.pt/base/documentos/vendafitofarm2010.pdf
- International Union of Pure and Applied Chemistry. Consultado em 01/09/2017: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/321.htm>.
- Labeledzki L. 2016. Actions and measures for mitigation drought and water scarcity in agriculture. *Journal of Water and Land Development*. No. 29 p. 3–10. DOI: 10.1515/jwld-2016-0007.
- Yousaf M., Li X., Zhang Z., Ren T., Cong R., Ata-Ul-Karim S.T., Fahad S., Shah A.N. & Lu J. 2016. Nitrogen Fertilizer Management for Enhancing Crop Productivity and Nitrogen Use Efficiency in a Rice-Oilseed Rape Rotation System in China. *Front. Plant Sci.* 7:1496. DOI: 10.3389/fpls.2016.01496.

Tabela 1: Caracterização global dos 12 produtores inquiridos no que respeita a área da cultura principal, pragas e doenças mais recorrentes, e a substância ativa dos produtos fitofarmacêuticos frequentemente utilizados.

Cultura principal	Área em estufa (ha)	N.º produtores	Doenças	Substâncias ativas para as doenças*	Pragas	Substâncias ativas para as pragas*
Tomate	11,0	2	Podridão cinzenta, Fusariose, Infecções bacterianas (<i>Pseudomonas</i> sp. e <i>Xanthomonas</i> sp.), Míldio	Boscalide, Ciprodinil, Cobre, Dimetomorfe, Enxofre, Fludioxonil, Folpete, Piraclostrobina, Tiofanato-metilo	Afídeos, Mineira do tomate, Mosca-branca, Tripes	Acetamiprida, Flonicamida, Spinosade, Tiametoxame
Flores de corte	3,7	3	Alternariose, Podridão cinzenta, Fusariose, Míldio, Oídio	Miclobutanil, Difenconazol, Trifloxistrobina, Fosetil-alumínio, Enxofre	Ácaros, Afídeos, Mosca-branca, Tripes	Abamectina, Acrinatrina, Bifenazato, Clofentezina, Dimetoato, Formetanato, Hexitiazox, Metiocarbe, Metomil, Spinosade
Morango	3,6	4	Podridão cinzenta, Oídio	Azoxistrobina, Boscalide, Enxofre, Fenexamida, Iprodiona, Piraclostrobina	Ácaros, Afídeos, Mosca-branca, Tripes	Abamectina, Clofentezina, Fenpiroximato, Milbemectina, Pimetrozina, Spinosade
Outras culturas	8,7	4	Míldio, Podridão cinzenta, <i>Phytophthora</i> sp.	Folpete, Fosetil-alumínio, Mancozebe, Metalaxil, Pirimetanil	Ácaros, Mosca-branca	Abamectina, Clorpirifos, Hexitiazox, Imidaclopride

*Os produtores indicaram o nome comercial dos produtos.

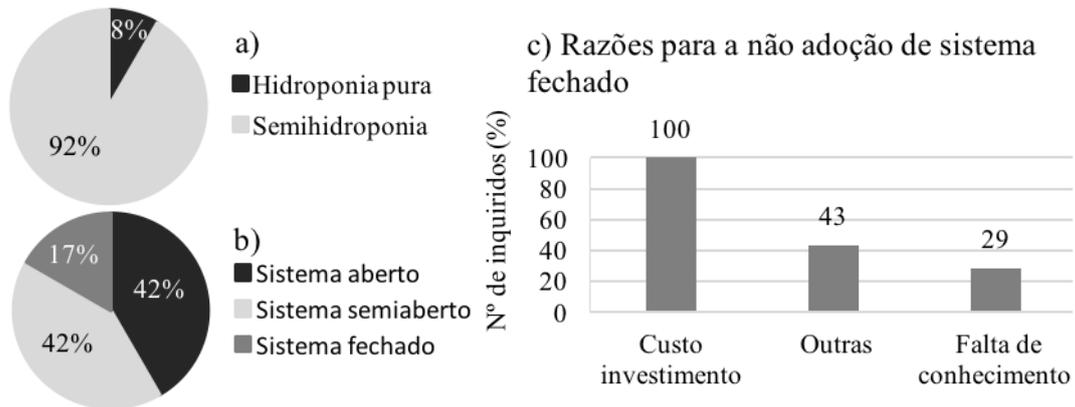


Figura 1: Frequência (%) de resposta no que respeita: (a) o método de produção (n=12); (b) uso da solução nutritiva (n=12) (sistema aberto: drenagem livre; sistema semiaberto: drenagem recolhida e reutilizada em culturas secundárias; sistema fechado: recirculação da drenagem na cultura principal); e (c) motivos para a não adoção de sistema de produção fechado (n=7).

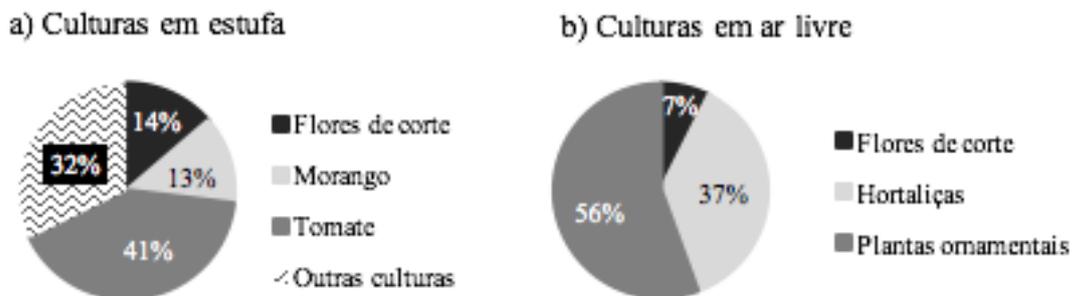


Figura 2: Frequência relativa (%) das culturas por área de produção em estufa (a) e de produção em ar livre (b) do total dos produtores inquiridos (n=12).

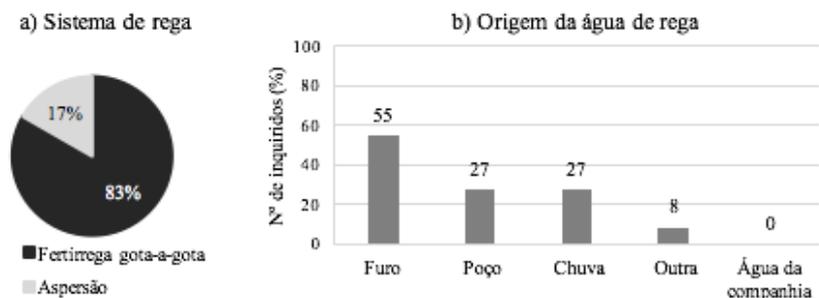


Figura 3: Frequência relativa (%) do tipo de sistema de rega usado (a) e frequência (%) da origem da água de rega (b) dos produtores inquiridos (n=12).

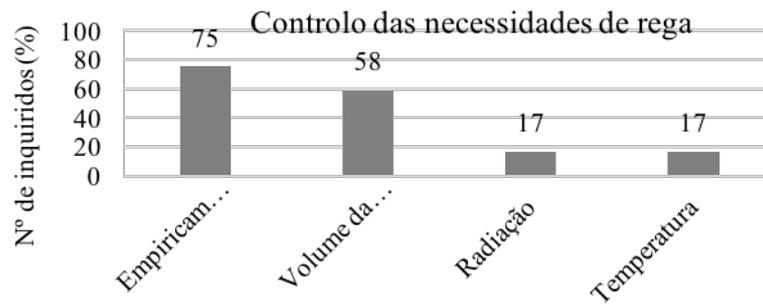


Figura 4: Frequência (%) do método usado, pelos produtores inquiridos (n=12), para o controlo das necessidades de rega.

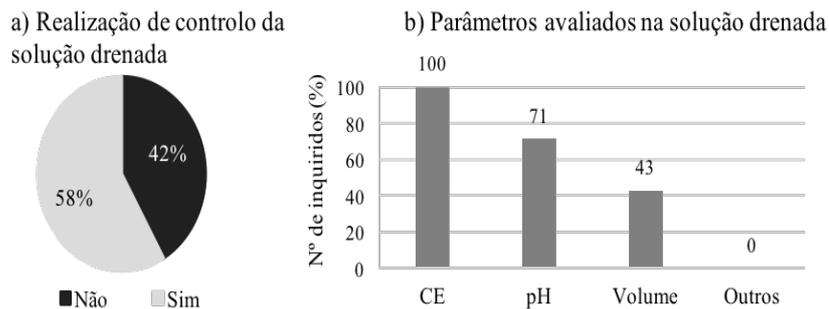


Figura 5: Frequência relativa (%) de controlo da solução nutritiva drenada (a) e frequência (%) dos parâmetros avaliados (b) pelos produtores inquiridos. CE: condutividade elétrica.

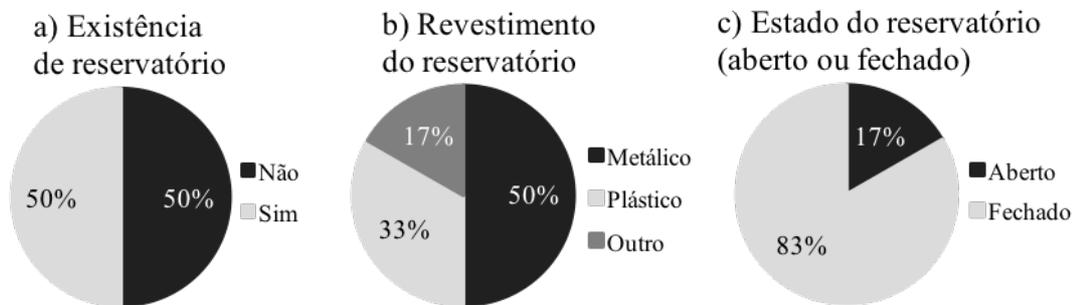


Figura 6: Frequência relativa (%) de existência de reservatório para a solução drenada (n=12) (a), e em caso de existência (n=6), qual o material de revestimento (b) e do estado em que se encontra (aberto ou fechado) (c), dos produtores inquiridos.

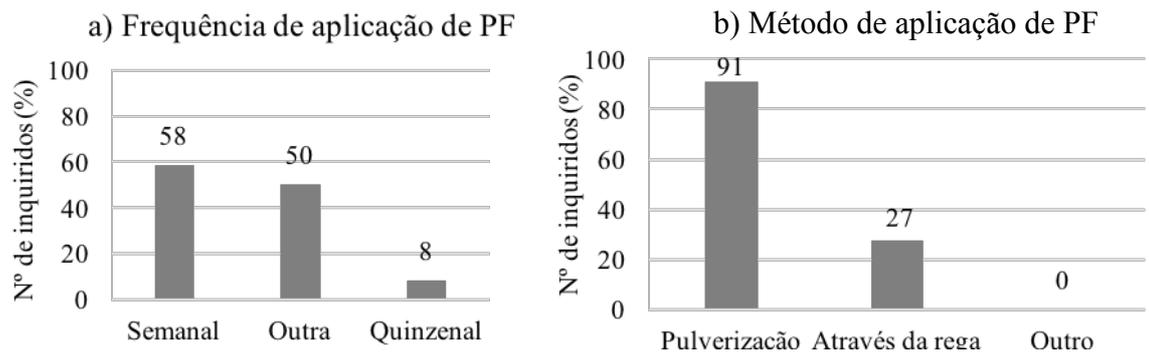


Figura 7: Frequência (%) de aplicação de produtos fitofarmacêuticos (PF) (a) e do método de aplicação utilizado pelos produtores inquiridos (b) (n=12).

Papel da cultura *in vitro* na preservação da biodiversidade: microestacaria *in vitro* e indução de embriogénese somática em castas minoritárias de videira

Pinto-Sintra A.L.^{1,2}, Augusto D.¹, Falco V.^{3,4} & Oliveira A.A.^{1,3}

¹ Departamento de Genética e Biotecnologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000-801 Vila Real, Portugal

² Centro de Investigação e Tecnologias de Agroambientais e Biológicas, CITAB. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD, 5000-801 Vila Real, Portugal

³ Departamento de Agronomia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000-801 Vila Real, Portugal

⁴ Centro de Química - Vila Real, CQVR. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD, Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real, Portugal

Resumo

A adaptação da videira às alterações climáticas pode incluir o crescimento de variedades com maior resistência aos stresses térmico e hídrico e uma maior tolerância a novas doenças e pragas. A manutenção da biodiversidade natural da videira é, desta forma, fulcral para manter a diversidade genética necessária para fazer face aos desafios da viticultura moderna.

Dadas as dificuldades inerentes às características biológicas da videira e ao elevado número de genótipos conhecidos e por identificar, a sua manutenção em colecções vivas é bastante cara, sendo ainda susceptível aos riscos resultantes de stresses bióticos e abióticos. Os métodos de propagação *in vitro*, associados a diferentes modalidades térmicas, são componentes fundamentais para a manutenção dos recursos genéticos das plantas, oferecendo enormes potencialidades na manutenção da biodiversidade da videira.

Para implementar sistemas de conservação *in vitro* adaptados aos genótipos portugueses de videira, iniciou-se o estabelecimento *in vitro* de material de várias castas minoritárias seguindo duas metodologias: a microestacaria, a partir de segmentos nodais, e a indução de embriogénese somática em anteras e gineceus, retirados de inflorescências imaturas. Apesar de haver diferenças na resposta das castas Cornifesto, Malvasia Preta e Preto Martinho, existem já plântulas desenvolvidas em assepsia, bem como culturas embriogénicas, embriões somáticos e, nalguns casos, plântulas regeneradas a partir da conversão de embriões somáticos.

Sendo a primeira vez que estas castas são utilizadas, e com sucesso, os resultados são promissores face a outras castas mais utilizadas e conhecidas, onde os resultados positivos têm sido muito incipientes (Touriga Nacional) ou nulos (Touriga Franca, por exemplo).

Palavras-chave: biodiversidade, conservação *in vitro*, calos embriogénicos, embriões somáticos, regeneração de plantas.

Abstract

Role of *in vitro* culture in the preservation of biodiversity: microcutting and induction of somatic embryogenesis in minority grape varieties

The adaptation of the grapevine to climate change may include the growth of varieties with greater resistance to thermal and water stresses and a greater tolerance to new diseases and pests. Maintaining the natural biodiversity of the grapevine is thus central to maintaining the genetic diversity needed to meet the challenges of modern viticulture.

Portugal boasts a very rich heritage, including a broad range of ancient or uncultivated vines. These are at risk of disappearing, even before being characterized and identified, impoverishing their genetic background.

Due to the difficulties inherent in the biological characteristics of the grapevine and the high number of known and unidentified genotypes, their maintenance in living collections is quite expensive and is still susceptible to the risks resulting from biotic and abiotic stresses. *In vitro* propagation methods, associated to different thermal modalities, are fundamental components for the maintenance of the genetic resources of the plants, offering enormous potential in the maintenance of the biodiversity of the grapevine.

In order to implement *in vitro* conservation systems adapted to the Portuguese grapevine genotypes, *in vitro* establishment of material from several minority castes was started following two methodologies: microcutting, collected from nodes harvested at vineyard, and the induction of somatic embryogenesis on anthers and gynoecia, taken from immature inflorescences also harvested at vineyard. Although there are differences in the response of the varieties Cornifesto, Malvasia Preta and Preto Martinho, there are already plantlets developed *in vitro*, as well as embryogenic cultures, somatic embryos and, in some cases, seedlings regenerated from the conversion of somatic embryos.

As the first time these varieties are used, the results are promising in relation to the other widely used and known varieties, where the positive results have been very incipient (Touriga Nacional) or null (Touriga Franca, for example).

Keywords: biodiversity, *in vitro* conservation, embryogenic calluses, somatic embryos, plant regeneration.

Introdução

O riquíssimo património vitícola português inclui um largo efectivo de videiras antigas e/ou não cultivadas, que correm o risco de desaparecer, antes mesmo de serem caracterizadas e identificadas, empobrecendo o seu fundo genético. As colecções de campo são a abordagem tradicional à conservação de germoplasma *ex situ*, sendo a única existente em Portugal (Cunha et al., 2013). Contudo, esta abordagem requer vastas áreas, tem um elevado custo de manutenção, mas o material biológico não está ao abrigo dos riscos decorrentes de pragas, doenças ou condições meteorológicas adversas (Pathirana et al., 2016).

Diversos métodos de conservação *in vitro*, envolvendo ou não criopreservação, permitem métodos alternativos de conservação a culturas como a videira mas as condições adequadas necessitam de ser aperfeiçoadas experimentalmente. Nos anos 80, a microestacaria foi utilizada na manutenção *in vitro* a baixa temperatura, como processo de conservar a variabilidade genética de clones de videira por diversos investigadores (Skene & Barlass, 1983; Galzy, 1985; Galzy et al., 1986; Harst-Langenbucher & Alleweldt, 1987). A possibilidade de conservar embriões somáticos desidratados abriu também novas perspectivas na conservação de germoplasma na videira (Gray, 1989; Gray & Compton, 1993). A criopreservação por encapsulação e desidratação de gomos apicais de videiras mantidas *in vitro* foi outro importante contributo para a conservação *in vitro* (Wang et al., 2000), a que se seguiu a sua aplicação a suspensões embriogénicas (Wang

et al., 2002) e a criopreservação por encapsulação-vitrificação de suspensões embriogénicas (Wang et al., 2004). Jayasankar et al. (2005) desenvolveram um método simples e económico, comparado com outras alternativas como a criopreservação, baseado na cultura a baixa temperatura de embriões somáticos desidratados: após 42 meses de conservação, 90% dos embriões somáticos regeneraram plantas. Das et al. (2006) utilizaram a encapsulação de embriões somáticos à temperatura ambiente, tendo conseguido manter a sua viabilidade até cerca de 90 dias sem subcultura. Muitas variações têm sido testadas envolvendo crescimento em meio mínimo, baixa temperatura, desidratação, encapsulação, vitrificação e criopreservação, combinados ou não (Ben-Amar et al., 2013; Faltus et al., 2015; Pathirana et al., 2016, entre outros). Contudo, apesar da existência de numerosos registos de regeneração de videiras após criopreservação, ainda não existe nenhuma colecção de germoplasma de videira criopreservada, ao contrário do que ocorre com outras culturas hortícolas e frutícolas (Pathirana et al., 2016).

O objectivo deste trabalho foi o estabelecimento *in vitro* de material de 3 castas minoritárias com vista à implementação de sistemas de conservação *in vitro* adequados a esses génotipos. Utilizaram-se duas metodologias: a microestacaria, a partir de segmentos nodais, e a indução de embriogénese somática em anteras e gineceus, retirados de inflorescências imaturas.

Material e Métodos

Pâmpanos e inflorescências imaturas (estado fenológico G-H de Baggiolini) foram colhidas na Colecção Ampelográfica da UTAD (Cornifesto, Malvasia Preta e Touriga Nacional), na Quinta Nossa Senhora de Lurdes, Vila Real, e na Quinta das Carvalhas, Pinhão (Malvasia Preta e Preto Martinho). O material foi colhido na segunda quinzena de Abril de 2017.

A desinfecção dos segmentos nodais foi efectuada submetendo o material a uma passagem rápida por etanol a 70% (1 minuto), seguida da imersão em solução diluída de lixívia (20%) com 2-3 gotas de Tween 20 (cerca de 45 minutos) e 3-4 passagens com água esterilizada. A cultura das microestacas com 1 nó foi realizada em meio MS (Murashige & Skoog, 1962) sem reguladores de crescimento, suplementado com 15 g L⁻¹ de sacarose, 7 g L⁻¹ de agar e pH 5.6. O material foi colocado a 24°C e fotoperíodo de 16 h. A avaliação do sucesso do estabelecimento *in vitro* foi efectuada após 12 semanas de cultura.

A desinfecção das inflorescências imaturas e a cultura das anteras e gineceus foi realizada segundo Pinto-Sintra (2007) com ligeiras modificações.

Resultados e Discussão

A videira faz parte das raras espécies em que a micropropagação é possível num meio de cultura simples, sem reguladores de crescimento. Este aspecto é importante, não só porque permite encarar a conservação *in vitro* em *Vitis* spp. de uma forma simplificada, relativamente a outras lenhosas (Galzy et al., 1986) mas, sobretudo, porque permite minimizar o aparecimento de variação somaclonal em videiras cultivadas nessas condições. Dado o pouco material vegetal disponível e ser a primeira vez que as castas Cornifesto, Malvasia Preta e Preto Martinho iriam ser estabelecidas *in vitro*, optou-se por utilizar apenas o meio de cultura MS; este tem permitido obter plântulas bem configuradas noutros génotipos portugueses, nomeadamente na Touriga Nacional. Foram introduzidas em cultura 845 microestacas com um nó. A análise preliminar dos resultados, após 12 semanas de cultura, mostrou que, apesar do material ter sido colhido na vinha, as taxas de infecção se situaram abaixo dos 50 % (quadro 1). Outros factores

afectaram a resposta do material: as microestacas de Malvasia Preta originaram quase generalizadamente o escurecimento do meio de cultura, devido a uma forte excreção de fenóis, comparativamente aos outros genótipos. Isto parece indiciar a necessidade da adição de antioxidantes durante o processo de desinfecção e/ou no meio de cultura. Mas a Touriga Nacional, que anteriormente não apresentou dificuldades na introdução *in vitro*, apresentou a menor taxa de contaminação, não excretou fenóis para o meio de cultura mas apresentou a menor taxa de ausência de resposta. A taxa de abrolhamento foi inferior ao normalmente obtido, pelo que a adição de uma citoquinina poderia, eventualmente, ter contribuído para uma maior taxa de abrolhamento. A existência de plântulas de todos os genótipos introduzidos em cultura permite antever a possibilidade de obtenção de um maior efectivo de microestacas, por subcultura a partir de novas microestacas a um nó, que permitam ulteriormente o ensaio de diferentes meios de cultura com vista ao aumento das taxas de multiplicação.

No que diz respeito à indução de embriogénese somática, foram cultivados um total de 2983 anteras e 560 gineceus nos meios de indução (quadro 2). Apesar das inflorescências imaturas terem sido colhidas na vinha, a percentagem de perdas por contaminação não chegou aos 2 dígitos. Ambos os tipos de explantes, de todos os genótipos, evidenciaram a produção de calogénese, embora de forma variável. A transferência para o meio de diferenciação conduziu ao aparecimento de embriogénese somática em todas as castas, embora com uma frequência muito baixa e variando a sua expressão nas várias castas (figura 1.A-E). No caso da Touriga Nacional, os resultados foram bastante inferiores comparativamente a resultados anteriormente obtidos, nomeadamente na ausência de resposta dos gineceus (Pinto-Sintra, 2007). Muitas cultivares importantes de *V. vinifera* apresentam recalitrância na iniciação e manutenção de culturas embriogénicas e um grande esforço tem sido desenvolvido ao longo dos anos para ultrapassar esta limitação, já que o estabelecimento dessas culturas na videira parece depender de uma interacção complexa entre o genótipo, a fonte dos explantes e o meio de cultura (Kikkert et al., 2001). Apesar da baixa taxa de embriogénese, foram obtidas plântulas a partir da conversão de embriões somáticos nas várias castas (resultados não apresentados mas observáveis na figura 1.F-I), o que evidencia a rapidez do protocolo utilizado (4 meses de cultura). Os constrangimentos resultantes das baixas taxas de indução de embriogénese somática poderão ser ultrapassados com a transferência de material embriogénico para meio de cultura com baixa concentração de 2,4-D. Este tem permitido a multiplicação de calos embriogénicos, um dos tipos de material que se pretende utilizar na implementação de protocolos de conservação *in vitro*. A manutenção de culturas embriogénicas tem a vantagem de multiplicar o material embriogénico e de permitir a regeneração de plantas, quando necessária, através da subcultura de pequenas porções para meio de diferenciação e ulterior isolamento dos embriões para meio de crescimento.

Conclusões

O presente trabalho permitiu, pela primeira vez e com sucesso, desenvolver plântulas *in vitro* das castas Cornifesto, Malvasia Preta e Preto Martinho, a partir da microestacaria utilizando segmentos uninodais colhidos em campo. Ainda que o processo necessite de ser aperfeiçoado, para melhorar as respostas de alguns genótipos (Malvasia Preta, sobretudo), estes resultados abrem caminho ao desenvolvimento de protocolos variados de conservação *in vitro* assentes na utilização de gomos axilares e apicais, obtidos a partir das plântulas crescidas em assepsia.

A indução de embriogénese somática em anteras e gineceus das castas em estudo foi também conseguida, embora com taxas de sucesso muito baixas. Todavia, a possibilidade de multiplicação e manutenção dos calos embriogénicos já obtidos poderá permitir ultrapassar as dificuldades da baixa frequência de indução de embriogénese somática e do estreito período de tempo em que os explantes são susceptíveis de ser induzidos, abrindo também caminho à implementação de protocolos variados de conservação *in vitro* assentes na utilização de calos embriogénicos.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pelo projeto Plataforma de Inovação da Vinha e do Vinho – INNOVINE&WINE, nº da operação NORTE-01-0145-FEDER-000038, na linha de investigação intitulada VITICULTURE, cofinanciada pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do NORTE 2020 (Programa Operacional Regional Norte 2014/2020).

Referências

- Ben-Amar, A., Daldoul, S., Allel, D., Reustle, G. & Mliki, A. 2013. Reliable encapsulation-based cryopreservation protocol for safe storage and recovery of grapevine embryogenic cell cultures. *Sci Hortic* 157:32-38.
- Cunha, J., Teixeira-Santos, M., Brazão, J., Fevereiro, P. & Eiras-Dias, J.E. 2013. Portuguese *Vitis vinifera* L. germplasm: accessing its diversity and strategies for Conservation. p. 125-145. In: D. Poljuha and B. Sladonja (eds.), *The Mediterranean Genetic Code Grapevine and Olive*, InTech, Rijeka, Croatia.
- Faltus, M., Bilavcik, A. & Zámecnik, J. 2015. Thermal analysis of grapevine shoot tips during dehydration and vitrification, *Vitis* 54 (Special Issue): 243–245.
- Galzy, R. 1985. Les possibilités de conservation *in vitro* d'une collection de clones de vignes. *Bull. O.I.V.* 650-651: 377-389.
- Galzy, R., Compan, D., Serraj, R., Marchal, J. 1986. Conservation *in vitro* de la vigne a basse temperature: comparaison entre *Vitis rupestris* var. du Lot et *Vitis vinifera* var. Chardonnay. 4ème Symp. Intern. Genetic Vigne, Verona, 1985. *Vignevine* 12:46-53.
- Gray, D.J. 1989. Effects of dehydration and exogenous growth regulators on dormancy, quiescence and germination of grape somatic embryos. *In Vitro Cell. Dev. Biol.* 25:1173-1178.
- Gray, D.J. & Compton, M.E. 1993. Grape somatic embryo dormancy and quiescence: potencial of dehydrated synthetic seeds for germplasm conservation. In K. Redenbaugh (ed.), *Synseeds, applications of synthetic seeds to crop improvement*. CRC Press, Boca Raton, pp. 368-379.
- Harst-Langenbucher, M. & Alleweldt, G. 1987. The effect of growth inhibitors on long-term storage *in vitro* cultures of grapevine. *Vitis* 26:57-64.
- Jayasankar S., Van Aman, M., Cordts, J., Dhekney, S., Li Z. & Gray D.J. 2005. Low temperature storage of suspension cultured-derived grapevine somatic embryos and regeneration of plants. *In Vitro Cell. Dev. Biol.* 41:752–756.
- Kikkert, J.R., Thomas, M.R. & Reisch, B.I. 2001. Grapevine genetic engineering. p 387–404. In: KA Roubelakis-Angelakis (ed.), *Molecular biology and biotechnology of grapevine*, Kluwer, Dordrecht.
- Murashige, T. & Skoog, F. 1962. A revised media for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plantarum* 15:473-497.
- Pathirana, R., McLachlan, A., Hedderley, D., Panis, B. & Carimi, F. 2016. Pre-treatment with salicylic acid improves plant regeneration after cryopreservation of grapevine (*Vitis* spp.) by droplet vitrification. *Acta Physiol Plant* 38:12.
- Pinto-Sintra, A.L. 2007. Establishment of embryogenic cultures and plant regeneration in the Portuguese cultivar 'Touriga Nacional' of *Vitis vinifera* L. *Plant Cell Tissue Organ Culture* 88:253-265.

Skene, K.G.M. & Barlass, M. 1983. Low temperature storage of grapevine germoplasm. Plant Genetic Resources Newsletter 53: 19-21.

Wang, Q., Tanne, E., Arav, A. & Gafny, R. 2000. Cryopreservation of *in vitro*-grown shoot tips of grapevine by encapsulation-dehydration. Plant Cell Tiss. Organ Culture 63:41-46.

Wang, Q.C., Gafny, R., Sahar, N., Sela, I., Mawassi, M., Tanne, E. & Perl, A.; 2002. Cryopreservation of grapevine (*Vitis vinifera* L.) embryogenic cell suspensions and subsequent plant regeneration by encapsulation–dehydration. Plant Sci. 162, 551–558.

Wang, Q.C., Mawassi, M., Sahar, N., Li, P., Colova-Tsolova V., Gafny, R.; Sela, I., Tanne, E. & Perl, A. 2002. Cryopreservation of grapevine (*Vitis* spp.) embryogenic cell suspensions by encapsulation–vitrification. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 77: 267- 275.

Quadro 1. Comportamento das microestacas de videira ao estabelecimento *in vitro* após 12 semanas de cultura em meio MS.

Genótipos	Local de colheita	Nº microestacas cultivadas	Nº microestacas infectadas (%)	Nº microestacas sem resposta (%)	Nº microestacas abrolhadas (%)
Malvasia Preta	QC	319	156 (48,9)	154 (46,4)	9 (2,8)
	UTAD	90	8 (8,9)	66 (73,3)	16 (17,8)
Preto Martinho	QC	189	40 (21,2)	126 (62,4)	23 (12,2)
Touriga Nacional	UTAD	136	5 (3,7)	114 (83,2)	17 (12,5)
Cornifesto	UTAD	111	32 (28,8)	53 (47,7)	26 (23,4)

QC: Quinta das Carvalhas, Pinhão; UTAD: Quinta Nossa Sra. Lurdes, Vila Real.

Quadro 2. Resposta das anteras e gineceus das diferentes castas após indução de embriogénese somática.

Castas	Tipo e número de explantes cultivados		Explantes infectados (% \pm SD) ^a		Explantes com calogénese primária (% \pm SD) ^a		Explantes com embriões somáticos (% \pm SD) ^b	
	Anteras	Gineceus	Anteras	Gineceus	Anteras	Gineceus	Anteras	Gineceus
Cornifesto	514	100	7,2 \pm 25,7	7,0 \pm 25,6	67,5 \pm 35,7	23,0 \pm 42,3	6,6 \pm 12,0	1,0 \pm 10,0
Malvasia Preta	1288	240	4,6 \pm 21,0	3,30 \pm 18,0	61,7 \pm 34,0	70,0 \pm 45,9	0,5 \pm 3,1	4,6 \pm 21,0
Preto Martinho	549	100	0 \pm 0	0 \pm 0	47,2 \pm 39,6	59,0 \pm 49,4	0,6 \pm 3,4	1,0 \pm 10,0
Touriga Nacional	632	120	4,2 \pm 20,1	4,17 \pm 20,1	53,8 \pm 42,3	20,0 \pm 40,2	0,2 \pm 1,8	0,0 \pm 0,0
Total	2983	560	4,1 \pm 19,9	3,6 \pm 18,6	58,5 \pm 37,8	48,9 \pm 50,0	1,6 \pm 6,2	2,3 \pm 15,1

^a Média e desvio padrão calculados dos dados obtidos após 6 semanas de cultura nos meios de indução. ^b Média e desvio padrão calculados dos dados obtidos após 16 semanas de cultura (6 semanas nos meios de indução + 10 semanas no meio de diferenciação).

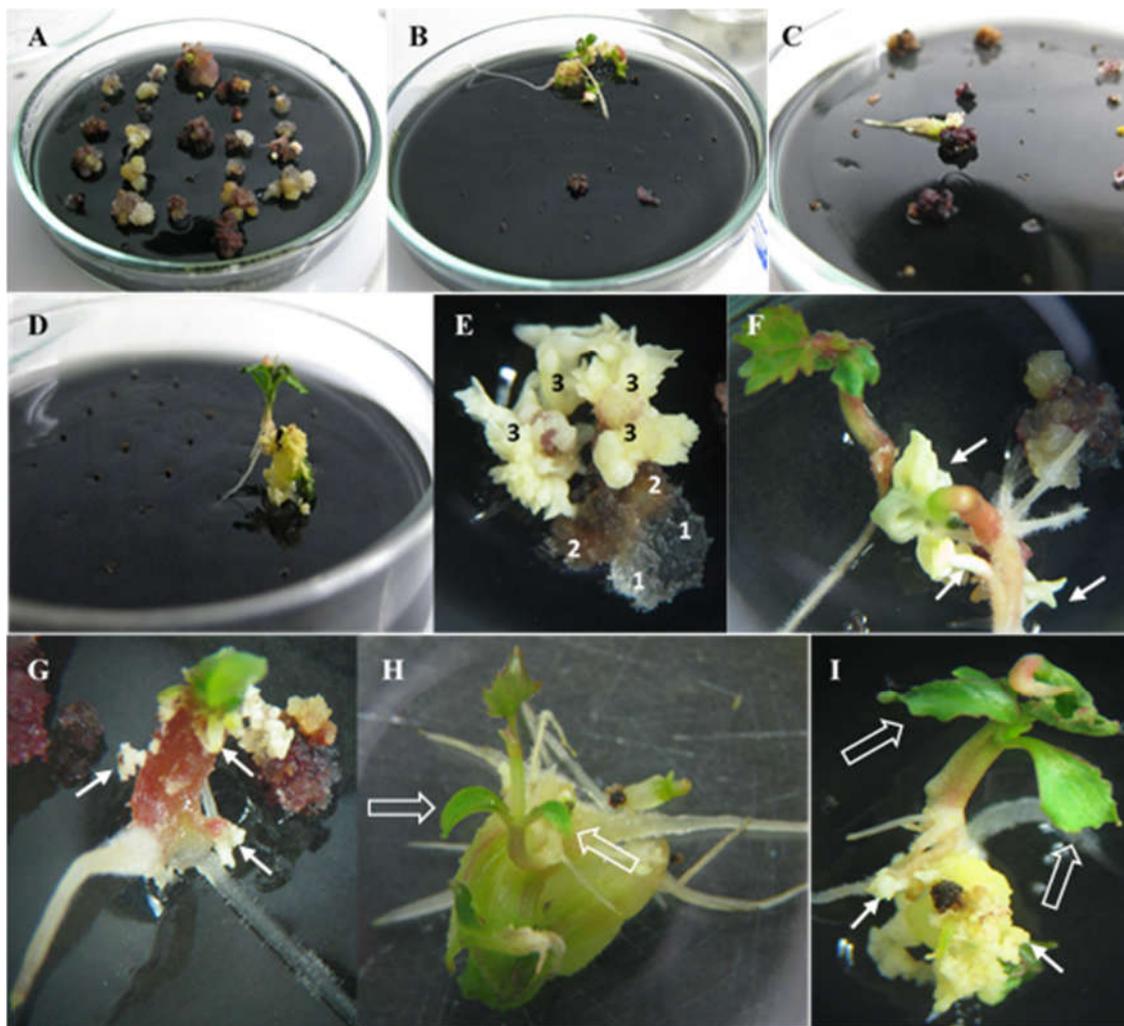


Figura 1. Embriogénese somática induzida em anteras e gineceus de videira, obtida após transferência para meio de diferenciação. A. Placa de Petri contendo o material correspondente a 5 botões florais de Cornifesto evidenciando extensa calogénese comparativamente às restantes castas. B. Explantes de Malvasia Preta evidenciando resposta em 4 anteras, 2 delas com plântulas resultantes da conversão de embriões somáticos. C. Explantes de Preto Martinho, exibindo calogénese em anteras e gineceus e um embrião somático já com raiz. D. Antera de Touriga Nacional exibindo extensa formação de embriões somáticos, um deles já convertido; é possível observar a ausência de respostas nos restantes explantes. E. Pormenor de uma antera de Cornifesto, exibindo calos não morfogénicos (sem cor e transparentes: seta branca), calos embriogénicos (cor creme/castanho claro: setas pretas) e embriões somáticos em vários estádios de desenvolvimento (setas brancas vazias). F-I. Plântulas resultantes da conversão de embriões somáticos de Cornifesto (F), Malvasia Preta (G), Preto Martinho (H) e Touriga Nacional (I): dependendo da posição, é possível observar embriogénese somática secundária bem evidente nos hipocótilos e nalgumas raízes das plântulas (setas brancas), assim como as folhas cotiledonares (setas brancas vazias).

Dona Maria: uma uva de mesa Portuguesa para a promoção da saúde

Ana Lúcia Pinto-Sintra^{1,2}, Sónia Gonçalves¹, Ana Margarete Oliveira¹, Edgar Lopes³
Hélder Oliveira⁴, Fernando Nunes^{5,6}, Francisco Peixoto^{2,7}, Alfredo Aires²

¹ Departamento de Genética e Biotecnologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000-801 Vila Real, Portugal

² Centro de Investigação e Tecnologias de Agroambientais e Biológicas, CITAB. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD, 5000-801 Vila Real, Portugal

³ Instituto de Biomedicina, IBIMED, Universidade de Aveiro, 3810-193, Portugal

⁴ Faculdade de Ciências da Saúde - Universidade da Beira Interior, 6200-506 Covilhã, Portugal

⁵ Departamento de Química, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000-801 Vila Real, Portugal

⁶ Centro de Química - Vila Real, CQVR. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD, Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real, Portugal

⁷ Departamento de Biologia e Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000-801 Vila Real, Portugal

Resumo

A uva de mesa branca portuguesa Dona Maria possui características organolépticas que a tornam particularmente competitiva com as uvas de mesa com sementes mundialmente conhecidas. Acresce que os resultados de análises preliminares do seu teor de resveratrol permitem considerar as suas uvas como um alimento funcional natural, de fácil consumo e distribuição. Isto pode alargar os benefícios do resveratrol a mais consumidores, de forma natural e sem os riscos associados ao consumo de álcool, através da promoção do consumo das suas uvas e do aumento do teor deste antioxidante. Este pode ser conseguido pelo aumento do número de cópias do gene da stilbene sintase, por engenharia genética ou por duplicação cromossómica.

A produção de plantas poliploides é um processo comum no melhoramento de plantas, sendo inúmeros os exemplos de poliploidia em espécies de elevado valor económico. O processo assenta, geralmente, no tratamento com colchicina, um inibidor da formação do fuso acromático que impede a divisão nuclear e celular. No final dos anos 70, o tratamento foi alargado a plantas cultivadas *in vitro*, o que alargou a produção artificial de poliploides a numerosas espécies vegetais. Neste trabalho, a duplicação cromossómica foi realizada através do tratamento com colchicina (combinando 3 concentrações e 3 períodos de tratamento) de explantes de Dona Maria cultivados *in vitro* (por microestacaria e embriogénese somática induzida em anteras e gineceus). A confirmação indireta da duplicação cromossómica foi realizada por HPLC, através da análise do teor de resveratrol produzido pelas plântulas obtidas pelos 2 processos.

Palavras-chave: resveratrol, duplicação cromossómica, colchicina, HPLC-DAD/UV-Vis.

Abstract

Dona Maria: a Portuguese table grape for health promotion

The Portuguese white table variety Dona Maria has organoleptic characteristics that make it particularly competitive with world-famous table grapes with seeds.

In addition, the results of preliminary analyses of their resveratrol content allow them to consider their grapes as a natural, easily consumed and distributed functional food. This can extend the benefits of resveratrol to more consumers, naturally and without the risks associated with alcohol consumption, by promoting the consumption of their grapes and increasing the content of this antioxidant. This can be achieved by increasing the number of copies of the stilbene synthase gene by genetic engineering or by chromosomal duplication.

The production of polyploid plants is a common process in plant breeding, with numerous examples of polyploidy in species of high economic value. The process usually relies on treatment with colchicine, an inhibitor of achromatic spindle formation that prevents nuclear and cell division. In the late 1970s, the treatment was successfully extended to plants grown *in vitro* which expanded the artificial production of polyploids to numerous plant species. In this work, chromosomal duplication was performed by treatment with colchicine (combining 3 concentrations and 3 treatment periods) of Dona Maria explants cultured *in vitro* (by microcutting and somatic embryogenesis induction on anthers and gynoecia). The indirect confirmation of the chromosomal duplication was performed by HPLC, through the analysis of the content of resveratrol produced by the plantlets obtained by the 2 processes.

Keywords: resveratrol, biotechnology, chromosomal duplication, HPLC-DAD/UV-Vis.

Introdução

Portugal tem importado uvas de mesa, com ou sem sementes, e plantado grandes áreas dessas cultivares, em detrimento da promoção de cultivares autóctones de grande qualidade, como é o caso da Dona Maria. Esta cultivar de uvas de mesa branca, resultante do cruzamento de Moscatel de Setúbal e Rosaki (Carneiro, 1983) possui cachos grandes e com compacidade média, com bagos muito grandes e longos, pesados e elípticos, com uma película espessa e verde amarelada, apresentando polpa crocante, incolor e sabor a moscatel (Rocha *et al.*, s/d). As suas características ampelográficas e organolépticas tornam-na particularmente competitiva com outras uvas de mesa com sementes mundialmente conhecidas, assim como as suas características agronómicas, mesmo em climas desfavoráveis à cultura, como o do trópico semiárido brasileiro (Albuquerque, 1999). Análises preliminares, por HPLC, compararam as folhas das cultivares Dona Maria (branca) e Touriga Nacional (tinta), mostrando um teor de resveratrol sem diferenças estatisticamente significativas (Lopes, 2009). Oliveira (2010) também identificou, por HPLC, teores de resveratrol relevantes nas películas e grainhas da Dona Maria. Estes estudos permitem colocar a uva de mesa Dona Maria num patamar ainda mais elevado de qualidade, permitindo alargar os benefícios do resveratrol a mais consumidores, de forma natural e sem os riscos associados ao consumo de álcool, através da promoção do consumo das uvas, de fácil consumo e distribuição.

O resveratrol, conhecido por estar presente nas uvas e no vinho de castas tintas e por variados efeitos benéficos na saúde (Creasy & Creasy, 1998; Nassiri-Asl & Hosseinzade, 2016; Biais *et al.*, 2017), é um composto secundário do grupo dos stilbenos, não flavonóide. É sintetizado numa cascata de reações tendo a fenilalanina como ponto de partida, através da ação da enzima stilbene sintase. Alguns estudos já tinham revelado resveratrol em castas brancas (Kammerer *et al.*, 2004), mesmo em quantidades superiores aos das castas tintas (Esna-Ashari *et al.*, 2008). O aumento desse teor pode ser conseguido pelo aumento do número de cópias do gene da stilbene sintase, por engenharia genética ou por duplicação cromossómica.

A engenharia genética é uma ferramenta para inserir genes específicos em genótipos de interesse, mas esta abordagem tem sido objeto de controvérsia na opinião pública, devido à utilização de genes estranhos às espécies alvo. A sequenciação do genoma da videira (Jaillon *et al.*, 2007; Velasco *et al.*, 2007) veio permitir a utilização de uma nova abordagem, com o mesmo processo de transferência de genes, mas utilizando apenas genes nativos da videira (Dhekney *et al.*, 2011). Contudo, uma interação complexa de fatores requer a necessidade de protocolos específicos para cada cultivar: ainda em implementação, o processo de transferência de genes para culturas embriogénicas de Dona Maria e a estratégia de seleção escolhida permitiram já a obtenção de plantas regeneradas expressando o gene repórter inserido (Oliveira, 2017).

A duplicação cromossómica é um processo natural de poliploidia que leva à duplicação de todos os genes de uma espécie, tendo as primeiras uvas tetraploides sido descritas na Califórnia em 1914 (Olmo, 1952). O sucesso na aplicação de técnicas de cultura *in vitro* na indução de poliploidia (Murashige & Nakano, 1966) permitiu melhorar a eficiência do processo e, no caso da videira, ultrapassar dificuldades na poliploidização de diversos genótipos, seja com a aplicação de agentes antimitóticos (Notsuka *et al.*, 2000; Sinski *et al.*, 2013; Acanda *et al.*, 2015) seja na sua ausência (Acanda *et al.*, 2013).

O objetivo deste trabalho foi a indução do aumento da produção de resveratrol na cultivar Dona Maria, através do tratamento *in vitro* de microestacas e explantes florais com colchicina.

Material e métodos

O material vegetativo e as inflorescências imaturas de Dona Maria foram colhidas na Coleção Ampelográfica da UTAD, na quinta Sra. de Lurdes, Vila Real.

A micropropagação foi feita por microestacaria utilizando meio de cultura Murashige & Skoog (1962) (MS), sem reguladores de crescimento, com sacarose 1,5 % e agar 0,7%, após desinfeção dos segmentos nodais. A desinfeção das inflorescências imaturas e a cultura das anteras e gineceus foi realizada segundo Pinto-Sintra (2007).

A duplicação cromossómica utilizando microestacas foi feita por imersão da base das microestacas em meio líquido com a formulação de Nitsch & Nitsch (1969) (NN), sem reguladores de crescimento, com colchicina (0,05, 0,10 e 0,15 %) durante 12, 24 ou 48 h, e um controlo sem tratamento, seguida da repicagem para meio MS0 sólido. O tratamento simultâneo com a indução de embriogénese somática em anteras e gineceus foi efetuado com a adição de colchicina ao meio de cultura CIM3 (Pinto-Sintra, 2007). Cultivaram-se 6 lotes, cada um constituído por um controlo e 9 placas de cada tratamento, correspondente à combinação de 3 concentrações de colchicina (0,05, 0,10 e 0,15 %) com 3 períodos de tratamento (24 h, 48 h e 96 h). Após o tratamento, o material foi transferido para meio CIM3 e mantido, durante 4 semanas, às escuras, a 28°C, para indução da embriogénese. Os restantes passos realizaram-se segundo Pinto-Sintra (2007).

Para a determinação do teor médio em resveratrol, utilizou-se o sistema de HPLC-DAD/UV-Vis, no qual extratos obtidos a partir das amostras por uma extração sólido líquido em metanol 80% (70°C, 15 minutos e agitação) foram injetados num sistema equipado com uma coluna C18 (250 x 4.6 mm 5 µm) e uma fase móvel constituída por água ultrapura com 1% de ácido trifluoroacético (TFA) (solvente A) e acetonitrilo com 1% de TFA (solvente B), um fluxo de 1 ml min⁻¹ e um volume de injeção de 10 µl. O resveratrol foi identificado a um comprimento de onda de 306 nm. Foram analisadas amostras de folhas de plântulas de Dona Maria resultantes do material obtido *in vitro* (3 extrações por amostra). Paralelamente, foi recolhido material de campo (folhas e bagos previamente separados em películas, polpas e grainhas) para quantificar a produção de

resveratrol e servir como controlo ao material cultivado *in vitro*. Foi recolhido material idêntico da casta Touriga Nacional (tinta), para comparação com Dona Maria. Foram preparados 2 lotes de todas as amostras para análise do material sem e com indução de luz UV (265 nm), durante 5 minutos (Jeandet *et al.*, 1991; Triska & Houska, 2012).

Resultados e discussão

A micropropagação de Dona Maria, a partir de material de campo decorreu sem dificuldades (fig. 1 A-D). O tratamento com colchicina parece ter afetado o desenvolvimento e sobrevivência das microestacas (quadro 1), mas a maioria das 10 plântulas analisadas mostram um teor aumentado de resveratrol (fig. 2) comparativamente aos valores apresentados pelo material de campo de Dona Maria (Gonçalves, 2017). O tratamento 0,15%|48h permitiu a obtenção de um teor de resveratrol bastante elevado, pelo que a planta se encontra em micropropagação para se verificar se essa produção persiste, *in vitro* e/ou no material aclimatizado. O resveratrol produzido pelo material de controlo *in vitro*, não submetido a indução com UV, poderá ter sido resultado de stress provocado pelas condições *in vitro*, já que as folhas de campo não induzidas com UV não apresentaram nenhum teor de resveratrol (3 amostras).

Os resultados da indução simultânea de duplicação e embriogénese somática (Gonçalves, 2017) evidenciam uma forte recalitrância dos explantes à embriogénese (quadro 2). A indução simultânea poderá ter contribuído para uma menor resposta do material devido ao efeito da colchicina, per si, ou pelo efeito adicional do DMSO (citotóxico) utilizado na sua dissolução. Acanda *et al.* (2015), utilizando outras concentrações (0, 0.1, 0.2 e 0.4 %) durante 24 h em suspensões embriogénicas de videira, verificaram um significativo decréscimo na sobrevivência e potencial embriogénico. Contudo, e ao contrário do verificado com as microestacas, as culturas embriogénicas apresentaram calogénese típica em todos os tratamentos, apresentando o tratamento 0,15%|48h a melhor resposta de embriogénese, com 15 plântulas obtidas. A análise do teor de resveratrol mostrou não serem necessárias concentrações elevadas de colchicina ou tratamento prolongado para se obterem aumentos significativos (fig. 2), pois o material embriogénico apresenta resultados no mínimo 5 vezes superiores ao controle com folhas de campo. No quadro 2, é referida a análise de uma plântula do controle (não tratado com colchicina) mas problemas técnicos durante o processamento da amostra conduziram a que não fosse detetado qualquer resveratrol. Este resultado era essencial para clarificar a origem do resveratrol: se devida à presença da colchicina ou apenas devido a duplicação resultante de divisões irregulares durante o estado de calo embriogénico, situação descrita em videira por diversos autores (Acanda *et al.*, 2013).

Conclusões

A uva de mesa Dona Maria é uma cultivar de grande qualidade, potencialmente competitiva com outras uvas de mesa com sementes mundialmente conhecidas, e que necessita de ser valorizada e reconhecida. O presente trabalho permitiu demonstrar as potencialidades da duplicação cromossómica *in vitro* com colchicina no melhoramento desta uva de mesa. A análise do material de campo (Dona Maria e Touriga Nacional) permitiu evidenciar que a película dos bagos de Dona Maria produz resveratrol, com teor superior ao da casta tinta analisada e que diversos tratamentos com colchicina *in vitro* conduziram a teores superiores nas folhas. Estes resultados permitem especular sobre a possibilidade de poderem ocorrer aumentos de resveratrol nas películas de uvas que venham a ser obtidas por esta via.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pelo projeto Plataforma de Inovação da Vinha e do Vinho – INNOVINE&WINE, nº da operação NORTE-01-0145-FEDER-000038, na linha de investigação intitulada VITICULTURE, cofinanciada pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do NORTE 2020 (Programa Operacional Regional Norte 2014/2020).

Referências

- Acanda, Y., Prado, M.J., González, M.V. & Rey, M, 2013. Somatic embryogenesis from stamen filaments in grapevine (*Vitis vinifera* cv. Mencía): changes in ploidy level and nuclear DNA content. *In Vitro Cell Dev Biol Plant* 49:276–28.
- Acanda, Y., Martinez, O., González, M.V., Prado, M.J. & Rey, M, 2016. Highly efficient in vitro tetraploid plant production via colchicine treatment using embryogenic suspension cultures in grapevine (*Vitis vinifera* cv. Mencía). *PCTOC* 123:547–555.
- Albuquerque, T.C.S., 1999. Avaliação de génotipos de uva no Semi-Árido brasileiro. Sem paginação. In: M. A. de Queiroz, C.O. Goedert & S.R.R. Ramos (eds.). Disponível em <http://www.cpatia.embrapa.br/catalogo/livrorg/index.html>.
- Biais, B., Krisa, S., Cluzet, S., da Costa, G., Waffo-Teguo, P., Mérillon, J.-M. & Richard, T. 2017. Antioxidant and cytoprotective activities of grapevine stilbenes. *J. Agric. Food Chem.* 65:4952–4960.
- Carneiro, L.C.1983. Estudo da organogénese dos gomos da videira (*Vitis vinifera* L. cv. Dona Maria). *Ciência Téc. Vitivi* 2(1):5-13.
- Creasy, L. & Creasy, M. 1998. Grape chemistry and the significance of resveratrol: an overview. *Pharm. Biol.* Vol.36, 8-13.
- Dhekney, S.A., Li., ZT. & Gray, D.J. 2011. Grapevines engineered to express cisgenic *Vitisvinifera* thaumatin-like protein exhibit fungal disease resistance. *In Vitro Cell.Dev.Biol. Plant* 47:458–466.
- Eсна-Ashari, M., Gholami, M., Zolfigol, M.A. & Shiri, M. 2008, Analysis of trans-Resveratrol in Iranian Grape Cultivars by LC. *Chromatographia* 11/12:1017-1020.
- Gonçalves, S.R.L. 2017. Contribuição para o melhoramento da uva de mesa Dona Maria (*Vitis vinifera* L.) através de duplicação cromossómica in vitro. Dissertação de mestrado em Engenharia Agronómica. UTAD, Vila Real.
- Jaillon, O., et al. 2007. The grapevine genome sequence suggests ancestral hexaploidization in major angiosperm phyla. *Nature* 449:463-467.
- Kammerer, D., Claus, A., Carle, R. & Schieber, A. 2004. Polyphenol screening of pomace from red and white grape varieties (*Vitis vinifera* L.) by HPLC-DAD-MS/MS. *J. Agric. Food Chem* 52(14):4360–4367.
- Lopes, Edgar S. 2009. Expressão ectópica do gene da stilbene sintase (*vst1*) em plantas de tabaco, obtidas por transferência mediada pelo *Agrobacterium tumefaciens*. Relatório final de estágio, licenciatura em Bioquímica. UTAD, Vila Real, 56 pp.
- Murashige T. & Nakano, R. 1966. Tissue culture as a potential tool in obtaining polyploid plants. *J Hered* 57:114–118.
- Murashige, T. & Skoog, F. 1962. A revised media for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plantarum* 15: 473-497.
- Nassiri-Asl, M. & Hosseinzadeh, H. 2016. Review of the pharmacological effects of *Vitis vinifera* and its bioactive constituents: an update. *Phytother. Res.* 30:1392-1403.
- Notsuka, K., Tsuru, T. & Shiraishi, M. 2000. Induced polyploid grapes via *in vitro* chromosome doubling. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 69(5): 543-551.
- Oliveira, A.M. 2017. Improvement of gene transfer mediated by *Agrobacterium*

and transgenic plant regeneration of Portuguese table grape Dona Maria (*Vitis vinifera* L.) in order to overexpression of the gene encoding the stilbene synthase. Dissertação de mestrado em Genética Molecular Comparativa e Tecnológica. UTAD, Vila Real.

Oliveira, H.S.P. 2011. Aplicações de ferramentas biotecnológicas no melhoramento da uva de mesa Dona Maria (*Vitis vinifera* L.) com vista ao aumento de produção de resveratrol. Dissertação de mestrado em Genética Molecular Comparativa e Tecnológica. UTAD, Vila Real.

Olmo, H. 1952. Breeding tetraploid grapes. American Society for Horticultural Science 59:284-290.

Pinto-Sintra, A.L. 2007. Establishment of embryogenic cultures and plant regeneration in the Portuguese cultivar ‘Touriga Nacional’ of *Vitis vinifera* L. PCTOC 88:253-265.

Rocha, M., Barão, A., Martins, J. s/data. “Descrição das novas castas de uva de mesa obtidas na secção de melhoramento de videira "Estação Agronómica Nacional". (Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação- Instituto da Vinha e do Vinho).

Sinski, I., Bosco, D., Maia, J., Ritschel, P. & Quecini, V. 2014. Improving *in vitro* induction of autopolyploidy in grapevine seedless cultivars. Euphytica 196: 299–311.

Triska, J & Houska, M. 2012. Physical Methods of Resveratrol Induction in Grapes. Czech J. Food Sci. 30(6): 489–502

Velasco, R, Zharkikh, A., Troglio, M. et al. 2007. A high quality draft consensus sequence of the genome of a heterozygous grapevine variety, PLoS One 12: 1-18.

Quadro 1 - Comportamento das microestacas submetidas a tratamento *in vitro* com colchicina (Gonçalves, 2017).

Tratamentos		Nº microestacas cultivadas	% (nº) microestacas infetadas	% (nº) microestacas infetadas	% (nº) microestacas abrolhadas	% *(nº) plântulas obtidas	Nº plântulas analisadas por HPLC
Colchicina (%)	Duração (h)						
0	0	20	25 (5)	25 (5)	50 (10)	30 (3)	1
0,05	12	20	0	20 (4)	80 (16)	50 (10)	5
0,05	24	20	0	70 (14)	30 (6)	40 (8)	3
0,05	48	20	0	90 (18)	10 (2)	5 (1)	1
0,1	12	20	0	40 (8)	60 (12)	30 (6)	6
0,1	24	20	0	95 (19)	5 (1)	0	1
0,1	48	20	3	85 (17)	0	0	0
0,15	12	20	0	80 (16)	20 (4)	0	1
0,15	24	20	0	85 (17)	15 (3)	5 (1)	1
0,15	48	20	10 (2)	85 (17)	5 (1)	5 (1)	1

*Relativamente ao número de microestacas abrolhadas.

Quadro 2 - Respostas dos explantes cultivados à indução simultânea de embriogênese somática e duplicação cromossômica em Dona Maria (Gonçalves, 2017).

Tratamento		Nº de explantes		Produção de calos (%) ¹		Embriogênese (%) ²		Plântulas produzidas		Plântulas analisadas por HPLC
Colchicina (%)	Duração (h)	G ³	A ⁴	G ³	A ⁴	G ³	A ⁴	G ³	A ⁴	
0	0	30	150	56,7	23,3	6,7	0	1	0	1
0,05	24	30	150	60,0	32,7	33,3	3,3	6	0	2
0,05	48	30	150	3,3	27,3	0	0	0	0	0
0,05	96	30	150	50,0	34,7	16,7	0	0	0	0
0,1	24	30	150	26,7	28,0	0	0	0	0	0
0,1	48	30	150	26,7	36,0	16,7	3,3	3	0	1
0,1	96	30	150	6,7	37,3	0	0	0	0	0
0,15	24	30	150	10,0	8,0	0	0	0	0	0
0,15	48	30	150	66,7	30,0	66,7	6,7	15	0	3
0,15	96	30	150	13,3	29,3	0	0	0	0	0
Total		300	1500	32,0	28,7	14,0	0,1	25	0	

¹ Média de explantes que evidenciaram calogênese após 4 semanas no meio de indução; ² média de explantes que evidenciaram embriogênese somática após 12 semanas de cultura (4+8); ³ gineceus; ⁴ anteras.

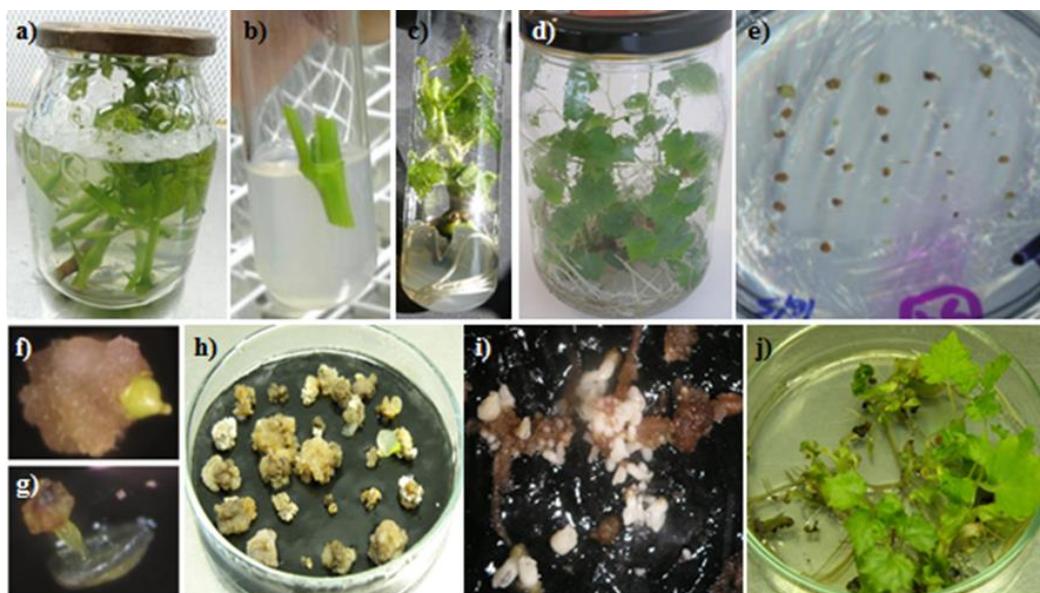


Figura 1 - Cultura *in vitro* de Dona Maria. A-D. Micropropagação por microestacaria: a) desinfecção das microestacas; b) microestaca após cultura; c) plântula desenvolvida a partir de microestaca; d) plântulas desenvolvidas a partir da subcultura de uma plântula. E-J. Indução de embriogênese somática: e) aspeto das anteras e gineceus, após 2 semanas de cultura; (f) calogênese em gineceu; (g) calogênese no filete de um estame; (h) diferenciação de embriões e calos embriogénicos; j) estado mais avançado das culturas, com extensa produção de embriões somáticos (estruturas brancas); l) regeneração de plantas por conversão de embriões somáticos em meio sem reguladores de plantas.

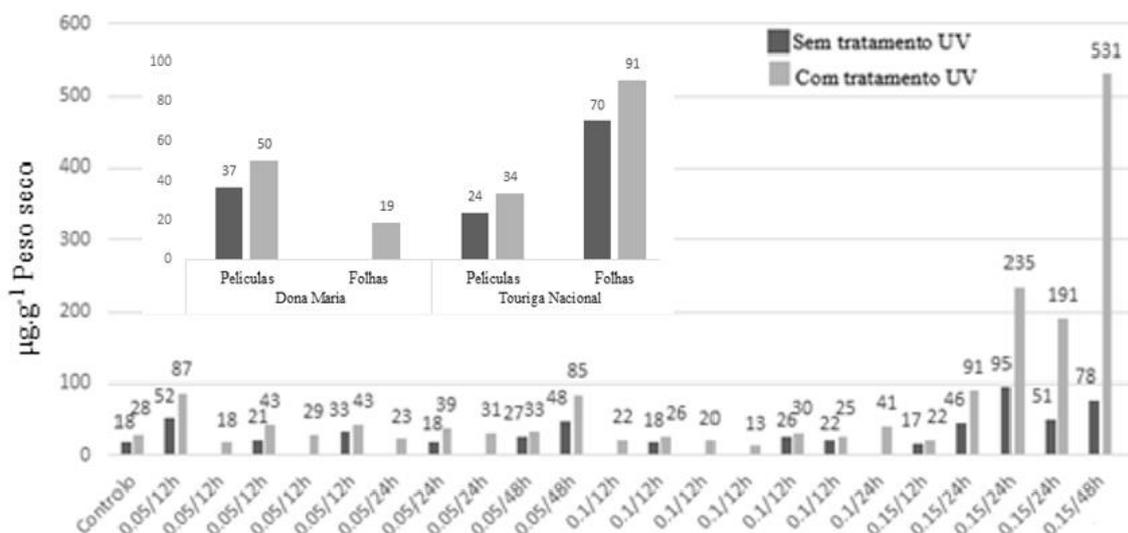


Figura 2 – Valores médios da produção de resveratrol ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ peso seco) nas folhas de plântulas oriundas de microestacas. Os resultados do material de campo de Dona Maria e Touriga Nacional (padrão de comparação) estão representados no gráfico sobreposto (Gonçalves, 2017).

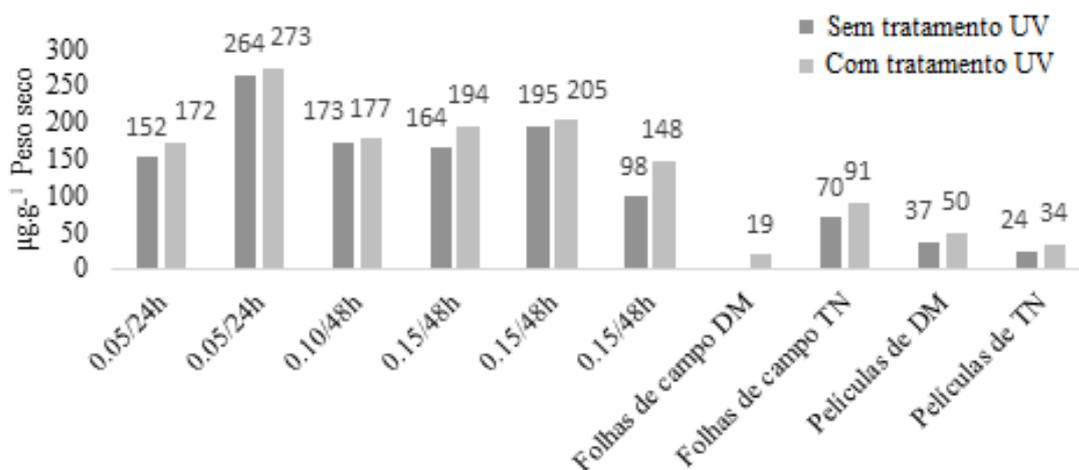


Figura 3 - Valores médios da produção de resveratrol ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ peso seco) nas folhas de plântulas oriundas de embriogénese somática, bem como do material de campo de Dona Maria e Touriga Nacional que constituem o padrão de comparação (Gonçalves, 2017).

29 ACTAS PORTUGUESAS DE HORTICULTURA



CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO
LOCAL



ORGANIZAÇÃO



APOIO



INSTITUTO
SUPERIOR DE
AGRONOMIA
Universidade de Lisboa



Embrapa

MEDIA
PARTNER

AGROTEC
revista técnico-científica agrícola

AGRO
negocios.eu

