

Anais da XV Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental



**Anais da XV Jornada
de Iniciação Científica da
Embrapa Amazônia Ocidental**

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Anais da XV Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental

*Everton Rabelo Cordeiro
Eduardo Ossamu Nagao
Inocencio Junior de Oliveira
Jony Koji Dairiki
Maria Geralda de Souza
Ronaldo Ribeiro de Moraes
Editores Técnicos*

Embrapa
Brasília, DF
2019

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental

Rodovia AM-010, Km 29,
Estrada Manaus/Itacoatiara,
Manaus, AM
69010-970

Caixa Postal 319

Fone: (92) 3303-7800

Fax: (92) 3303-7820

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Unidade responsável pelo
conteúdo e edição**

Embrapa Amazônia Ocidental

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Cheila de Lima Boijink*

Secretária-executiva: *Gleise Maria*

Teles de Oliveira

Membros: *Maria Augusta Abtibol Brito
de Sousa, Maria Perpétua Beleza Pereira
e Marcos Vinícius Bastos Garcia*

Revisão de texto

Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica

Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa
(CRB 11/420)

Capa, projeto gráfico e editoração
eletrônica

Gleise Maria Teles de Oliveira

1ª edição

Publicação digital (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

Embrapa Amazônia Ocidental.

Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental (15. : 2018: Manaus, AM).
Anais da XV Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental; editores,
Everton Rabelo Cordeiro... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2019.

PDF (143 p.).

ISBN 978-85-7035-948-3

1. Iniciação científica. 2. Comunicação científica. 3. Pesquisa. I. Cordeiro, Everton Rabelo. II. Nagao, Eduardo Ossamu. III. Oliveira, Inocencio Junior de. IV. Dairiki, Jony Koji. V. Souza, Maria Geralda de. VI. Morais, Ronaldo Ribeiro de. VII. Título. VIII. Embrapa Amazônia Ocidental.

CDD 630.72

Editores Técnicos



Everton Rabelo Cordeiro

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Agronomia (Fitotecnia), pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

Eduardo Ossamu Nagao

Biólogo, D.Sc. em Agronomia (Fitotecnia), professor da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM

Inocencio Junior de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

Jony Koji Dairiki

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

Maria Geralda de Souza

Engenheira florestal, D.Sc. em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

Ronaldo Ribeiro de Moraes

Biólogo, D.Sc. em Ciências Biológicas (Botânica), pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

Apresentação



A Embrapa Amazônia Ocidental se empenha para contribuir constantemente com as comunidades científicas e acadêmicas com as quais se relaciona no estado do Amazonas. Tem assim, nesse contexto, importante papel o Comitê Interno de Bolsistas e Estagiários (Cibe), que, por quase duas décadas, atua mediante a mentoria de seus pesquisadores e analistas na formação científica de jovens estudantes de graduação das diferentes instituições de ensino superior em Manaus e municípios vizinhos.

A cada ano nova turma de estudantes participa de um processo de seleção conduzido pelo Cibe, destinado aos alunos matriculados nas diferentes universidades públicas e privadas do Amazonas. A seleção é feita para preencher as vagas das bolsas disponibilizadas nas parcerias firmadas com o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e com o Programa de Apoio à Iniciação Científica do Amazonas (Paic) da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam).

Os resumos expandidos que compõem os Anais da XV Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental são produtos dos trabalhos desenvolvidos pelos bolsistas ao longo dos anos de 2017 e 2018, apresentados publicamente de forma individual nos seminários ocorridos nos dias 24 e 25/7/2018, em Manaus. Composto por 14 trabalhos, divididos em 8 diferentes áreas de pesquisa, estes Anais são resultado de um esforço coletivo e institucional para reafirmar à sociedade a disposição em realizar um trabalho que representa o empenho de jovens estudantes, orientadores, revisores, corpo editorial e das agências de fomento. Fica assim reafirmada para a sociedade da Amazônia e brasileira o compromisso da continuidade da formação de jovens que continuarão o legado de fazer Ciência onde estamos inseridos.

Celso Paulo de Azevedo

Chefe-Geral Interino da Embrapa Amazônia Ocidental

Sumário



Agricultura Familiar

Produtos da agricultura familiar e da produção de base agroecológica no contexto do mercado de Manaus, AM.....13

Naísa Lima de Souza Neta; Silas Garcia Aquino de Sousa

Biologia Celular/Biologia Molecular

Efeitos de diferentes tipos de luz na micropropagação de brotações de bananeira cultivar Pacovan.....21

Daniele Coelho Façanha; Eduardo José Dias da Silva; Cibelle Azamora dos Santos; Mirza Carla Normando Pereira; Ricardo Lopes; Regina Caetano Quisen

Germinação in vitro de embriões zigóticos de caiaué.....31

Eduardo José Dias da Silva; Daniele Coelho Façanha; Cibelle Azamora dos Santos; Ricardo Lopes; Regina Caetano Quisen; Pamela Keiko Harada

Economia/Socioeconomia

Aspectos econômicos da cadeia produtiva da extração artesanal e comercialização do óleo de andiroba (*Carapa guianensis*) em comunidade rural no estado do Amazonas.....41

Mesaque Cunha de Mendonça; Liane Marise Moreira Ferreira

Entomologia/Fitopatologia/Microbiologia

Atividade microbiológica em solo cultivado no sistema plantio direto em terra firme no Amazonas.....51

Letícia Honda Tavares; Aleksander Westphal Muniz

Dinâmica populacional do trips *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen) em plantios de guaranzeiro.....61

Julliane da Silva Fontes; Adauto Maurício Tavares

Seleção de fungos de podridão branca degradadores de xenobióticos.....69

Gabriela Batista Bastos; Aleksander Westphal Muniz; José Renato Pereira Cavallazzi

Floresta/Agrofloresta

Caracterização de frutos e sementes de castanha-do-brasil no estado do Amazonas.....79

Ana Lorena da Silva Aguiar; Kátia Emídio Silva; Thais Carla Vieira Alves

Distribuição espacial de populações de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) no estado do Amazonas.....89

Thais Carla Vieira Alves, Kátia Emídio da Silva, Ana Lorena da Silva Aguiar

Melhoramento Genético

Geração de novos clones de seringueira por meio da polinização controlada.....97

Izabella Saballa do Nascimento; Everton Rabelo Cordeiro

Piscicultura

Avaliação das respostas fisiológicas de tabaquais alimentados com resíduos de bananeira.....107

Thayssa Larrana Pinto da Rocha; Thyssia Bomfim Araújo-Dairiki, Ligia Uribe Gonçalves, Cheila de Lima Boijink, Jony Koji Dairiki

Testes in vitro com extratos de resíduos da bananeira no controle de acantocéfalos no tabaqui (*Colossoma macropomum*).....117

Samilla Pereira de Oliveira; Thayssa Larrana Pinto da Rocha; Cláudia Majolo; Jony Koji Dairiki; Cheila de Lima Boijink

Tecnologia da Informação

Soluções digitais para auxiliar na expansão da guaranaicultura na Amazônia.....127

Daniel Bispo do Vale; Marcos Filipe Alves Salame

Técnicas de aprendizagem de máquina aplicadas à identificação de cultivares de guaranzeiro por meio da morfologia de venação de folíolos.....135

Allex de Lima Sousa, Marcos Filipe Alves Salame

Agricultura Familiar

Produtos da agricultura familiar e da produção de base agroecológica no contexto do mercado de Manaus, AM

Naísa Lima de Souza Neta¹

Silas Garcia Aquino de Sousa²

Resumo – O mercado de Manaus, AM, oferece diversos produtos da horticultura regional que podem ser comercializados como produtos orgânicos. Entretanto, não existe informação sobre a oferta e a procura desses produtos na cidade. Objetivou-se, neste trabalho, efetuar levantamento dos produtos provenientes da agricultura familiar com potencial de comercialização de alimentos orgânicos ofertados nesse mercado. A pesquisa foi realizada em cinco feiras da cidade. Coletaram-se dados de oferta de produtos, quantidade e preço. Registraram-se 110 produtos, 60% destes são ofertados pela feira da Associação dos Produtores Orgânicos do Amazonas (Apoam). A produção orgânica foi estimada em 8,3 t/mês, com preço variando de R\$ 1,50/kg a R\$ 2,00/kg. Concluiu-se que, além dos produtos orgânicos ofertados na feira da Apoam, existe, nas demais feiras da cidade, uma variedade de produtos provenientes da agricultura familiar

¹Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

com potencial de serem comercializados como produtos orgânicos em Manaus, AM.

Termos de indexação: alimentos orgânicos, horticultura, agroecologia.

Products of family farming and agroecology based production in the context of the Manaus, AM market

Abstract – The market in Manaus offers various products of regional horticulture, which can be marketed as organic products. However, there is no information on the supply and demand of these products in Manaus, AM. The objective of this work was to survey products from family farms with the potential to commercialize organic foods offered in the Manaus, AM market. The research was carried out in five Manaus/AM trade fairs. Data were collected on product offers, quantity and price. There were 110 products registered, of which 60% are offered by the trade fair of the Association of Organic Producers of Amazonas (Apoam). Organic production was estimated at 8.3 t/month, with a price ranging from R\$ 1.50/kg to R \$ 2.00/kg. It was concluded that, in addition to the organic products offered at the Apoam trade fair, there are in the other trade fairs of the city, a variety of products from family agriculture, with potential to be marketed as organic products in Manaus, AM.

Index terms: organic foods, horticulture, agroecology.

Introdução

A produção de base ecológica fundamenta-se nos princípios da agroecologia como ciência, que apresenta, segundo Altieri (2004), uma série de princípios e metodologias para estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar sistemas de produção em agroecossistemas de base ecológica. Em outras palavras, a agroecologia pode ser considerada como a ciência que norteia os sistemas orgânicos de produção, enquanto a agricultura orgânica é a aplicação prática dos conhecimentos gerados pela agroecologia e abrange todas as linhas de base ecológica, como agricultura biodinâmica, agricultura natural, agricultura conservacionista (Saminês et al., 2008).

Para ser considerado orgânico, o produto deve ser cultivado em ambiente que considere sustentabilidade social, ambiental e econômica e valorize a cultura das comunidades rurais. A agricultura orgânica não utiliza agrotóxicos, hormônios, drogas veterinárias, adubos químicos, antibióticos ou transgênicos em qualquer fase da produção (Brasil, 2015). Na Amazônia, o mercado de alimentos orgânicos encontra-se em expansão, destaque para os produtos: castanha-da-amazônia, guaraná e açaí, todos eles com foco na exportação de produtos. Apesar do potencial de produtos oriundos da agricultura familiar e do agroextrativismo, que poderiam ser comercializados como produtos orgânicos, a produção certificada para o consumo interno no Amazonas ainda é incipiente.

Neste sentido, o presente trabalho visa realizar o levantamento de dados dos principais produtos com potencial de certificação orgânica, comercializados pelos produtores nas feiras de Manaus, AM.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no período de 12 meses, em cinco feiras da cidade de Manaus: Feira da Apoam, Feirão da Secretaria

de Estado da Produção Rural do Amazonas (Sepror), Feira da Agência de Desenvolvimento Sustentável do Amazonas (ADS/AM), Feira do Instituto Federal de Manaus, Campus Manaus, Zona Leste (Ifam/CMZL) e Feira do Produtor, Zona Leste.

A feira da Apoam ocorre todos os sábados no pátio da Superintendência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa/Manaus, AM), situada entre as ruas Mário Ipiranga e Maceió, Bairro de Adrianópolis. A feira da Sepror é semanal e ocorre de quinta-feira a sábado, no espaço da antiga Feira Agropecuária (Expoagro), na Avenida Torquato Tapajós, Bairro Santa Etelvina. A feira da ADS/AM é uma feira móvel, que ocorre semanalmente, aos sábados, no pátio das unidades das três Forças Armadas do Brasil (Exército, Marinha e Aeronáutica), em Manaus, AM. A feira do Ifam/CMZL ocorre aos sábados e funciona no pátio do Ifam/CMZL. A feira do produtor funciona todos os dias, na Bola do produtor, entre as avenidas Autaz Mirim e Camapuã.

Para o levantamento dos dados foi utilizado um questionário com as seguintes questões: número de produtores presentes na feira; produtos ofertados; quantidade de produtos ofertados; origem dos produtos (como é produzido); e preço dos produtos. Na feira da Apoam, os dados foram coletados semanalmente, nas demais feiras a coleta de dados ocorreu quinzenalmente.

Resultados

Foram registrados 110 produtos da horticultura tropical, cultivados organicamente ou de forma convencional, com uso de insumos químicos e agrotóxicos. A produção foi estimada em 8,3 t/mês, com preço variando de R\$ 1,50/kg a R\$ 2,00/kg. Os produtos com maior oferta e frequência durante o ano encontram-se listados na Tabela 1.

Tabela 1. Lista dos produtos (espécies), nomes comum e científico e parte comestível da planta. Manaus, AM, 2015.

Nome Comum	Nome científico	Parte comestível da planta
Alface (lisa, crespa americana)	<i>Lactuca sativa</i>	Folha
Bananas (prata, maçã, pacovan)	<i>Musa paradisiaca</i>	Fruto
Batata-doce	<i>Ipomoea batatas</i>	Tubérculo
Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>	Folha
Bertalha	<i>Basella alba</i>	Folha
Biribá	<i>Rollinia mucosa</i>	Fruto
Cará	<i>Dioscorea allata</i>	Tubérculo
Caruru	<i>Talinum triangulare</i>	Folha
Castanha-da-amazônia	<i>Bertholletia excelsa</i>	Fruto
Cebolinha	<i>Liliaceae allium</i>	Folha
Chicória	<i>Eryngium foetidum</i>	Folha
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i>	Folha
Couve	<i>Brassica oleracea</i>	Folha
Cubiu	<i>Solanum sessiliflorum</i>	Fruto
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	Fruto
Escarola	<i>Cichorium endívia</i>	Folha
Espinafre-amazônico	<i>Alternanthera sissoo</i>	Folha
Jambu	<i>Acmella oleracea</i>	Folha
Jerimum (vários tipos)	<i>Curcubita</i> spp.	Fruto
Macaxeira	<i>Manihot esculenta</i>	Raiz
Maxixe	<i>Cucumis anguria</i>	Fruto
Ora-pro-nóbis	<i>Pereskia aculeata</i>	Folha
Pimenta ardida (vários tipos)	<i>Capsicum</i> spp.	Fruto
Pimenta-de-cheiro (vários tipos)	<i>Capsicum</i> spp.	Fruto
Pimentões (várias cores)	<i>Capsicum frutescens</i>	Fruto
Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Fruto
Taioba	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Folha e tubérculo
Tomate-cereja	<i>Solanum lycopersicu var.</i>	Fruto
Tucumã-do-amazonas	<i>Astrocaryum aculeatum</i>	Fruto
Vinagreira	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Folha

Os produtos tais como: uixi (*Endopleura uchi*), caju (*Anacardium occidentale*), jaca (*Artocarpus heterophyllus*), melão regional (*Cucumis* sp.), murici (*Byrsonima crassifolia*), pupunha (*Bactris gasipaes*), marimari/umari (*Poraqueiba sericeia*), ariá (*Calathea allouia*) são sazonais e ofertados pelas feiras de Manaus na época da safra. O açaí (*Euterpe oleraceae* ou *precatória*) e o taperebá (*Spondia mombin*) são frequentes nas feiras durante o ano todo, beneficiados em forma de polpa e comercializados em litros.

Discussão

A feira da Apoam, além de ofertar os produtos convencionais, é o principal local onde encontram-se os produtos alimentícios não convencionais, as plantas PANC, com destaque para beldroega, bertalha, espinafre-amazônico, cubiu e caruru, típicas da culinária amazônica. Além dessas olerícolas, a Apoam oferece as frutíferas tipicamente regionais, cultivadas ou extraídas da floresta, como produtos florestais não madeireiros (PFNMs).

Observou-se que 60% dos produtos registrados nos 12 meses, relacionados na Tabela 1, ocorreram na feira da Apoam, considerada como ponto de comercialização de referência de produtos orgânicos. Por outro lado, na feira do produtor e no feirão da Sepror, ocorreu a maior oferta de produtos convencionais e não convencionais com potencial para serem certificados como orgânicos. Na feira da ADS, a maioria dos produtos é proveniente da área de várzea, ambiente de solos férteis que permite o cultivo sem uso de adubação química, porém os agricultores fazem uso deliberado de agrotóxicos para o controle de pragas. Enquanto que na feira do Ifam/CMZL, os produtos são provenientes da zona periurbana de Manaus, onde a maioria dos agricultores faz uso de biofertilizante e composto orgânico e declararam que utilizam esporadicamente agrotóxicos para o controle de pragas. Com exceção dos produtores da feira da Apoam, os demais produtores precisam passar por processo de transição agroecológica.

cológica (Marco..., 2006), visando substituírem os insumos químicos por insumos orgânicos e fazerem o controle alternativo de pragas e doenças, para entrarem na carteira de comercialização de alimentos orgânicos.

Conclusões

Concluiu-se que, além dos produtos orgânicos ofertados na feira da Apoam, que está devidamente credenciada pelo Mapa/CPORG, existe, nas demais feiras de Manaus, a oferta desses mesmos produtos e de outros, com maior frequência e quantidade, que podem ser comercializados como produtos orgânicos. No entanto, compete aos agricultores essa decisão, capacitação e organização, para comercializarem esses produtos como alimentos orgânicos

Referências

ALTIERI, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

BRASIL. Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências, 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831.htm. Acesso em: 18 jun. 2015.

MARCO referencial em agroecologia. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 70 p.

SAMINÉZ, T. C. O.; DIAS, R. P.; NOBRE, F. G. A.; MATTAR, R. G. H.; GONÇALVES, J. R. A. **Princípios norteadores da produção orgânica de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 8 p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 67).

Biologia Celular/ Biologia Molecular

Efeitos de diferentes tipos de luz na micropropagação de brotações de bananeira cultivar Pacovan

Daniele Coelho Façanha¹

Eduardo José Dias da Silva²

Cibelle Azamora dos Santos¹

Mirza Carla Normando Pereira³

Ricardo Lopes⁴

Regina Caetano Quisen⁵

Resumo – Este estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes tipos de luz na micropropagação de brotações de bananeira cultivar Pacovan. Gemas de mudas da cv. Pacovan foram isoladas, desinfestadas e multiplicadas em meio de cultura basal MS suplementado com reguladores de crescimento (citocininas e auxinas), mantidas em sala de crescimento sob três tipos de luz: fluorescentes convencionais 100% brancas, iluminação LED 100% branca, iluminação LED na cor vermelho-escuro/branco/vermelho-distante. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e dez repetições, sendo cada repetição uma

¹Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Bolsista de Iniciação Científica, Pibic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³Engenheira-agrônoma, M.Sc. em Agronomia (Produção Vegetal), pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁴Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁵Engenheira florestal, D.Sc. em Agronomia (Produção Vegetal), pesquisadora da Embrapa Floresta, Colombo, PR.

gema germinativa. A variável analisada foi o número de brotações (NB) obtido por gema germinativa após 120 dias de cultivo. Os tipos de luz tiveram efeito significativo no NB, sendo as médias obtidas com LED vermelha e LED branca superiores à média obtida com luz convencional fluorescente.

Termos de indexação: musa, cultivo in vitro, cultura de tecidos.

Effects of different types of light on micropropagation of shoots of bananeira cultivar Pacovan

Abstract – The aim of this study was to evaluate the influence of different types of light on the micropropagation of sprouts of banana cultivar Pacovan. Banana seedlings were isolated, disinfested and multiplied in MS basal medium supplemented with growth regulators (cytokinins and auxins) maintained in a growth room under three types of light: conventional 100% white fluorescent, LED illumination 100% white, LED lighting in dark red/white/red distant color. The experiment was conducted in a completely randomized design with 3 treatments and 10 replications, each repetition being a germinative gem. The analyzed variable was the number of shoots (NB) found per germinating bud after 120 days of cultivation. The types of light had a significant effect on the NB, the means obtained with red LED and white LED being superior to that obtained with conventional fluorescent light.

Index terms: musa, in vitro cultivation, culture of tissues.

Introdução

A cultura de tecidos de plantas apresenta uma série de fatores microambientais, tais como luz, temperatura, umidade e dióxido de carbono, os quais exercem influência sobre o crescimento, o desenvolvimento e a resposta morfogênica de explantes estabelecidos *in vitro* (Kozai; Smith, 1995). Entre esses fatores, a luz tem grande importância não somente pelo seu papel no processo de fotossíntese, mas também no fototropismo e fotomorfogênese. Considerando que as plantas *in vitro* têm taxa fotossintética mínima e o fototropismo não é relevante nessas condições, a fotomorfogênese é considerada essencial nas respostas morfofisiológicas do vegetal, em que a qualidade da luz, seja pelo comprimento de onda, densidade do fluxo, seja pelo fotoperíodo, desempenha um papel central na morfogênese, no crescimento e na diferenciação das células vegetais (George et al., 1993). De acordo com Morini e Muleo (2003), a qualidade e a intensidade de luz surgem como ferramentas importantes na manipulação dos balanços fisiológicos favoráveis às respostas específicas no crescimento das plantas *in vitro*. Essas respostas ocorrem por causa da reação das plantas à luz detectada por fotorreceptores que traduzem a informação da luz em sinais bioquímicos. A maior parte dessas respostas fotomorfogênicas das plantas parece estar sob controle de quatro classes de fotorreceptores: os fitocromos, que absorvem predominantemente o comprimento de onda vermelho (650 nm–680 nm) e vermelho-extremo (VE, 710 nm–740 nm) e absorvem também azul (425 nm–490 nm); os criptocromos, com picos máximos de absorção no azul (425 nm–490 nm) e na banda do UVA (320 nm–400 nm); os fotorreceptores de luz na banda UVB – ultravioleta B (280 nm–320 nm); e as fototropinas, que absorvem principalmente luz azul (400 nm–500 nm) (Kerbauy, 2008). Em razão disso, esses fotorreceptores, sob mesma intensidade luminosa, são capazes de detectar uma série de respostas moduladas por eles, tais como alterações na anatomia e diferenciação de tecidos, alongamento de plantas, desenvolvimento do aparato fotossintético, acúmulo de carboidrato nas folhas, alteração nas concentrações de hormônios vegetais e inibição

ou estímulo de brotações axilares (Dignart, 2006). Nas condições *in vitro*, estudos com várias espécies têm sido realizados buscando compreender o efeito da qualidade da luz no crescimento e desenvolvimento dos tecidos. Esses estudos têm demonstrado que a variação no espectro de luz pode influenciar na eficiência dos fitorreguladores adicionados ao meio de cultura, bem como o balanço hormonal nos tecidos (Camargo et al., 2015).

No ambiente da sala de crescimento dos laboratórios de micropropagação, a fonte de luz geralmente citada na maioria dos trabalhos científicos é a lâmpada fluorescente branca-fria. Esse tipo de lâmpada tem espectros de emissão fixos compostos de muitas bandas no intervalo de crescimento de onda de 320 nm a 800 nm, mas sem a possibilidade de variação nos parâmetros de iluminação (espectro e intervalos de tempo) (Kurilčik et al., 2008). A luz LED branca (460 nm–560 nm) vem sendo uma alternativa, por apresentar maior proporção de luz azul e verde, menor proporção de UV no espectro de absorção e relação vermelha: vermelho-distante, bem menor em comparação às lâmpadas fluorescentes (Fraszczak et al., 2014). Mais recentemente, os laboratórios de micropropagação vêm adotando os sistemas de iluminação de LED (diodo emissor de luz) como fonte alternativa de luz para a cultura de tecidos em razão das vantagens em relação ao sistema convencional (luz branca-fria), principalmente no que se refere à economia de energia elétrica, baixa geração de calor, elevada eficiência de luz, longo período de vida, especificidade no comprimento de onda (Li et al., 2010; Rocha et al., 2010). Por essas vantagens, as biofábricas, que são laboratórios de produção de mudas clonais em escala comercial, estão gradativamente substituindo as lâmpadas convencionais por sistemas LED, visto que esse sistema proporciona maior e melhor desenvolvimento das plantas com menor custo de produção.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes tipos de luz na micropropagação de brotações de bananeira cultivar Pacovan.

Material e Métodos

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas. Os explantes foram obtidos de brotações do tipo chifre e chifrinho de bananeira cultivar Pacovan, coletadas de plantas sadias e bem desenvolvidas em área comercial no município de Iranduba, Manaus, AM.

Inicialmente foi realizada a redução dos explantes para dimensões aproximadas de 3 cm–4 cm de pseudocaule e 3 cm–4 cm de rizoma. Em seguida os explantes foram lavados em água com detergente comercial, mantidos em água corrente por 5 minutos e levados em recipiente contendo água estéril para a câmara de fluxo laminar. Na câmara de fluxo laminar, os explantes foram imersos em álcool 70% + Tween 20 por 2 minutos, tratados com solução de hipoclorito de sódio comercial a 50% por 10 minutos e cinco lavagens com água destilada estéril, visando à retirada dos resíduos dos produtos desinfetantes do material vegetal. Realizou-se nova redução, deixando os explantes com 1,5 cm a 2,0 cm, posteriormente imersos em solução antioxidante até o momento de serem inoculados no meio de cultura.

O estabelecimento do explante foi realizado em meio de cultura basal composto por sais e vitaminas de MS (Murashigue; Skoog, 1962), suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose e geleificado com 0,6% de ágar e pH ajustado a 5,8, previamente autoclavado a 121 °C por 15 minutos e 1,2 atm de pressão. Na fase de estabelecimento, os explantes foram mantidos em ambiente escuro (dez dias) em sala de crescimento com temperatura de 26±2 °C, sendo ao final contabilizados e eliminados os explantes contaminados e oxidados. Na fase de multiplicação de brotações foi utilizado meio de cultura basal suplementado com 2,5 mg L⁻¹ de benzilaminopurina (BAP), e os frascos foram mantidos em sala de crescimento com temperatura de 26±2 °C, fotoperíodo de 16 horas e sob diferentes fontes de luz: 1) iluminação LED 100% branca (24 μmol m² s⁻¹); 2) iluminação LED na cor vermelho-escura/branca/vermelho-distante (21 μmol m² s⁻¹); e 3)

iluminação com lâmpadas fluorescentes convencionais 100% branca ($25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Foram realizados cinco subcultivos com intervalos de 20 a 30 dias.

O experimento foi desenvolvido em delineamento estatístico inteiramente ao acaso com três tratamentos (tipos de luz) e dez repetições. Cada repetição foi representada por uma gema germinativa. Foi avaliado o número total das brotações obtidas após 120 dias de cultivo. Antes de realizar a ANOVA foram verificadas a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett ($p < 0,05\%$). Na análise dos dados originais, verificou-se a não normalidade dos resíduos, sendo realizada a transformação dos dados em $(x+0,5)^{0,5}$. Na análise com os dados transformados foram verificadas normalidade de resíduos e homogeneidade das variâncias. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados

Verificaram-se efeito significativo para o tipo de luz na análise de variância e diferenças significativas entre as médias do número total de brotações (NB) obtidas por gema germinativa (Tabela 1).

Tabela 1. Médias do número total de brotações obtidas por gema germinativa de banana cultivar Pacovan cultivada in vitro sob diferentes tipos de luz após 120 dias.

Tipo de luz	Média do número total de brotações
LED vermelha ($21 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	57,4 a
LED branca ($24 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	54,7 a
Luz convencional ($25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	31,6 b

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Discussão

As médias de NB obtidas com os tipos de luz LED vermelha e LED branca não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores à média obtida com luz convencional fluorescente, indicando que as luzes LED promoveram o aumento de NB obtidas por explante quando comparadas à luz convencional fluorescente. Os mesmos resultados foram obtidos no trabalho de Tennessen et al. (1994), que compararam os efeitos de lâmpadas LED vermelhas com lâmpadas brancas no crescimento de plantas de *Pueraria phaseoloides*, verificando que a taxa fotossintética foi melhor sob luz LED vermelha. Estudando efeito de diferentes luzes de LED na multiplicação in vitro de três cultivares de bananeira (Prata Anã, FHIA 18 e Grande Naine), Rocha et al. (2017) não identificaram efeito do tipo de fonte de luz para o número médio de novas brotações, independentemente da cultivar. Já no cultivo in vitro de morangueiro, Rocha et al. (2010) afirmaram que os LED vermelho e verde promoveram maior número de brotações por explante.

Os LEDs destacam-se por possuírem alta eficiência no processo de geração de luz com baixa produção de calor e longo período de vida, pelo comprimento de onda específico (Yeh; Chung, 2009). Como verificado neste estudo, os LEDs são melhores para indução de novos brotos na micropropagação da bananeira Pacovan.

Conclusão

Os tipos de luz LED vermelha e branca influenciaram significativamente no aumento da taxa de multiplicação de gemas da cultivar Pacovan cultivadas in vitro, quando comparadas à luz fluorescente convencional.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela concessão da bolsa do Programa de Apoio à Iniciação Científica (Paic).

Referências

CAMARGO, S. S.; RODRIGUES, D. B.; RODRIGUES, C. M.; ASSIS, A. M. de; FARIA, R. T. de; SCHUCH, M. W. Fitorreguladores e espectros de luz na micropropagação de *Oncidium baueri* Lindl. **Ciência Rural**, v. 45, n. 11, p. 2007-2012, 2015.

DIGNART, S. L. **Luz e sacarose na micropropagação de *Cattleya walkeriana*: alterações anatômicas e fisiológicas.** 2006. 132 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FRAŚZCZAK, B.; ANNA GOLCZ, A.; ZAWIRSKA-WOJTASIAK, R.; JANOWSKA, B. Growth rate of sweet basil and lemon balm plants grown under fluorescent lamps and led modules. **Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus**, v. 13, n. 2, p. 3-13, 2014.

GEORGE, E. F.; HALL, M. A.; DE KLERK, G. J. **Plant propagation by tissue culture.** 3rd edn. Dordrecht: Springer, 1993. v. 1.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2008. 431 p.

KOZAI, T.; SMITH, M. A. L. Environmental control in plant tissue culture - general introduction and overview. In: AITKEN-CHRISTIE, J.; KOZAI, J.; SMITH, M. A. L. (Ed.). **Automation and environmental control in plant tissue culture.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995. p. 301-318.

KURILČIK, A.; MIKLUŠYTĚ-ČANOVA, R.; DAPKŪNIENĖ, S.; ŽILINSKAITĖ, S.; KURILČIK, G.; TAMULAITIS, G.; DUCHOVSKIS, P.; ŽUKAUSKAS, A. In vitro culture of *Chrysanthemum* plantlets using light-emitting diodes. **Central European Journal of Biology**, v. 3, p. 161-167, 2008.

LI, H.; XU, Z.; TANG, C. Effect of light-emitting diodes on growth and morphogenesis of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) plantlets in vitro. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 103, p. 155-163, 2010.

MORINI, S.; MULEO, R. Effects of light quality on micropropagation of woody species. In: JAIN, S. M.; ISHII, K. **Micropropagation of woody trees and fruits**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 3-35.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, p. 473-497, 1962.

ROCHA, P. S. G.; OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; SANTOS, U. L. dos. Diodos emissores de luz e concentrações de BAP na multiplicação in vitro de morangueiro. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1922-1928, 2010.

ROCHA, P. S. G. da; OLIVEIRA, R. P. de; SCIVITTARO, W. B.; MOSELE, S. H. Uso de LEDs na multiplicação in vitro de três cultivares de bananeira. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 11, n. 2, p. 247-252, 2017.

TENNESSEN, D. J.; SINGSAAS, E. L.; SHARKEY, T. D. Light-emitting diodes as a light source for photosynthesis research. **Photosynthesis Research**, v. 39, n. 1, p. 85-92, 1994.

YEH, N.; CHUNG, J. P. High-brightness LEDs - energy efficient lighting sources and their potential in door plant cultivation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 8, p. 2175-2180, Oct. 2009.

Germinação in vitro de embriões zigóticos de caiaué

Eduardo José Dias da Silva¹

Daniele Coelho Façanha²

Cibelle Azamora dos Santos²

Ricardo Lopes³

Regina Caetano Quisen⁴

Pamela Keiko Harada⁵

Resumo – Em condições naturais a germinação das sementes de caiaué é demorada e irregular devido à dormência. A germinação in vitro de embriões zigóticos de caiaué pode contribuir para reduzir o tempo e o custo da multiplicação de genótipos de interesse. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do genótipo e do meio de cultivo na germinação in vitro de embriões de caiaué. Foram avaliados quatro genótipos (Manicoré, Coari, Careiro e Caracará) e quatro meios de cultura (MS, MS+P, OPCM, OPCM+P). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com dez repetições, sendo a unidade experimental uma placa com dez embriões. Foi avaliado o percentual de plântulas completas após 90 dias. Ob-

¹Bolsista de Iniciação Científica, Pibic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁴Engenheira florestal, D.Sc. em Agronomia (Produção Vegetal), pesquisadora da Embrapa Floresta, Colombo, PR.

⁵Biotecnóloga, analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

servou-se efeito significativo de genótipos e da interação genótipos x meios, indicando que o melhor meio para um genótipo pode não ser para outro, sendo necessário definir para cada genótipo qual o melhor meio.

Termos de indexação: *Elaeis oleífera*, propagação in vitro, cultura de tecidos de plantas.

In vitro germination of zygotic embryos of caiaué

Abstract – In natural conditions, the germination of caiaué seeds is delayed and irregular due to the dormancy. In vitro germination of zygotic caiaué embryos may contribute to reduce the time and cost of multiplying genotypes of interest. The aim of this study was to evaluate the effect of genotype and culture medium on the germination of caiaué embryos. Four genotypes (Manicoré, Coari, Careiro and Caracarai) and four culture media (MS, MS + P, OPCM, OPCM + P) were tested. The experiment was conducted in a completely randomized design with 10 replicates, the experimental unit being a plate with 10 embryos. The percentage of complete seedlings after 90 days of inoculation was evaluated. It was observed a significant effect of genotypes and interaction between genotypes and media, indicating that the best medium for one genotype may not be for another, and it is necessary to define for each genotype the best medium.

Index terms: *Elaeis oleifera*, in vitro propagation, plant tissue culture.

Introdução

O caiaué (*Elaeis oleifera*) é citado como a única fonte atualmente disponível de resistência genética ao amarelecimento-fatal (AF) do dendezeiro (*Elaeis guineensis*), anomalia letal para essa espécie, que é a principal fonte mundial de óleo vegetal. Programas de melhoramento genético do dendezeiro têm utilizado o caiaué principalmente para introdução da resistência genética ao AF, contudo a espécie também se destaca pelo menor crescimento em altura, pela resistência a pragas e doenças, bem como pelo alto conteúdo de carotenoides e óleo mais insaturado do que o do dendezeiro.

Em condições naturais, as sementes do gênero *Elaeis*, ao qual pertence o caiaué, apresentam baixas taxas de germinação e podem demorar anos, devido à dormência manifestada após a maturação fisiológica. A dormência no caiaué ocorre em razão da resistência mecânica do endocarpo (de consistência dura e densa), da absorção de oxigênio e do impedimento do alongamento do embrião. A quebra de dormência da espécie tem sido realizada pelo método do calor seco (Lima et al., 2017), que, embora apresente bons resultados, requer procedimentos que demandam em torno de 4 a 5 meses para obtenção das sementes germinadas. Inclui também um período de tratamento térmico durante 75 dias em que as sementes devem permanecer na temperatura de 39 ± 2 °C. A germinação de embriões zigóticos in vitro de caiaué pode ser uma estratégia viável para acelerar e reduzir o custo da germinação de suas sementes, uma vez que são eliminados por essa técnica os fatores que determinam a dormência da semente.

Apesar de as bases fisiológicas da propagação vegetativa via cultura de tecidos de plantas serem as mesmas para a maioria das espécies, e bastante exploradas e promissoras para a palma de óleo africana (Scherwinski-Pereira et al., 2010), são escassos os relatos sobre a aplicação desse sistema para o caiaué. Neste sentido, torna-se imperativo o avanço no conhecimento dessa ferramenta biotec-

nológica para a espécie americana, visando à definição de protocolos eficientes e reproduzíveis, e que possam auxiliar nos trabalhos de germinação *in vitro* de genótipos de caiaué de interesse para o melhoramento genético ou para a produção comercial de sementes.

Para o sucesso da germinação de embriões zigóticos imaturos e/ou maduros nessas condições é necessária inicialmente a definição do meio de cultura que possa sustentar a germinação e a conversão de embriões em plântulas. Segundo Pasqual (2010), as exigências nutricionais para esse crescimento variam de acordo com a espécie, e até mesmo explantes excisados de diferentes partes de uma planta podem requerer meios de cultura distintos para o seu crescimento.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do genótipo e do meio de cultivo na germinação *in vitro* de embriões zigóticos de caiaué.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas. Os embriões zigóticos foram excisados de sementes coletadas de plantas de caiaué do Banco de Germoplasma de *Elaeis* da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado no Campo Experimental do Rio Urubu, Rio Preto da Eva, AM.

Foram coletadas sementes de quatro diferentes genótipos distinguidos pelas origens Manicoré, Coari, Caracaraí e Careiro. Inicialmente o endocarpo das sementes foi quebrado, em seguida foi realizada a desinfestação da amêndoa + embrião pela imersão em hipoclorito de sódio 50% por 10 minutos, seguida por enxágue em água corrente.

Após a desinfestação os embriões foram extraídos da amêndoa e imersos em solução de hipoclorito de sódio (5% de cloro ativo)

por 5 minutos e lavados seis vezes em água destilada autoclavada. Os embriões foram mantidos em placa de Petri com algodão embebido em água até o momento da inoculação em meio de cultivo.

Foram utilizados quatro meios de cultivo: 1) MS (Murashige e Skoog, 1962); 2) MS+170 mg.L⁻¹ de H₂NaO₄P.H₂O; 3) OPCM (Hedchim, 2014); 4) OPCM+170 mg.L⁻¹ de H₂NaO₄P.H₂O, acrescidos de sacarose (3%), carvão ativado (0,25%) e ágar (0,7%). O pH do meio foi ajustado a 5,8 antes de se adicionar o ágar. Após preparo, os meios foram esterilizados em autoclave a 121 °C à pressão de 1,2 atm por 15 minutos.

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 (genótipos) x 4 (meios) com quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por uma placa de Petri com dez embriões. O experimento foi mantido em sala de crescimento por 90 dias, após esse período foi avaliado o percentual de embriões germinados com formação de plântulas completas. A cada 30 dias foi feito subcultivo do experimento para novo meio.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05%). Antes de realizar a ANOVA foram verificadas a normalidade da distribuição dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (P<0,05%) e a homogeneidade das variâncias dos tratamentos pelo teste de Bartlett (P<0,05%).

Resultados

Verificou-se, na análise de variância, efeito significativo de genótipo, não significativo de meio, mas significativo para interação genótipos x meios (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância do percentual de plântulas completas obtidas a partir da germinação de embriões zigóticos de quatro genótipos de caiaué em quatro meios de cultura após 90 dias da inoculação.

Fonte de variação	GL	QM	F	Probabilidade
Genótipo	3	3593.2	12.9437	0.000003
Meio	3	359.9	1.2964	0.286440
Genótipo*Meio	9	664.1	2.3921	0.025024
Resíduos	48	277.6		
Total	63			

CV=68,0%

Devido à interação significativa entre genótipos e meios de cultura, procedeu-se à comparação das médias da germinação dos genótipos para cada meio e dos meios para cada genótipo (Tabela 2).

Tabela 2. Médias do percentual de plântulas completas obtidas a partir da germinação de embriões zigóticos de quatro genótipos de caiaué em quatro meios de cultura após 90 dias da inoculação.

Meios	Manicoré	Coari	Careiro	Caracarái
MS	27,5 b AB	2,5 a B	35,0 a A	17,5 ab AB
MS+P	37,5 ab A	2,5 a B	35,0 a A	7,5 b AB
OPCM	62,5 a A	17,5 a B	30,0 a B	12,5 ab B
OPCM+P	42,5 ab A	5,0 a B	12,5 a AB	40,0 a A

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $P > 0,05\%$).

Discussão

A interação significativa entre genótipos e meios de cultura indica a necessidade de identificação do meio adequado para cada genótipo, por exemplo, verificou-se que para o genótipo Manicoré os percentuais de germinação obtidos nos meios OPCM, OPCM+P

e MS+P não diferiram estatisticamente entre si, e que o meio OPCM foi superior ao MS. Já para os genótipos Coari e Careiro não houve diferença estatística entre os percentuais de germinação obtidos nos meios utilizados. Para o genótipo Caracarái, os maiores percentuais de germinação foram obtidos nos meios OPCM+P, OPCP e MS, e apenas o OPCM+P foi superior ao MS+P.

Conclusões

Sementes de genótipos de caiaué respondem de forma diferente quanto à germinação quando utilizados meios diversos, de forma que o melhor meio para um genótipo pode não ser para outro, sendo necessário definir para cada genótipo qual o melhor meio.

Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic).

Referências

HEEDCHIM, V. **Molecular markers and flow cytometry for identification of abnormal oil plantlet in vitro (in Thain)**. 2014. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Prince of Sonkla, Tailândia.

LIMA, W. A. A. de; GREEN, M.; ZEVIANI, W. M.; LOPES, R.; RIOS, S.de A. Teor de água e tempo de exposição ao tratamento térmico na germinação de sementes de caiaué. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, p. 192-198, 2017.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, p. 473-497, 1962.

PASQUAL, M. **Meios de cultura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2010. 74 p. Curso de Pós-graduação “Latu-Sensu” (Especialização à distância): Cultura de tecidos vegetais: tecnologia e aplicações.

SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E.; GUEDES, R. S.; FERMINO, P. C. P.; SILVA, T. L.; COSTA, H. S. Somatic embryogenesis and plant regeneration in oil palm using the thin cell layer technique. **In vitro Cellular & Developmental Biology Plant**, v. 46, p. 1-8, 2010.

Economia/ Socioeconomia

Aspectos econômicos da cadeia produtiva da extração artesanal e comercialização do óleo de andiroba (*Carapa guianensis*) em comunidade rural no estado do Amazonas

Mesaque Cunha de Mendonça¹

Liane Marise Moreira Ferreira²

Resumo – A andirobeira é uma espécie amazônica muito explorada, tanto para a obtenção de madeira quanto para a extração de óleo. O objetivo deste estudo foi descrever a cadeia produtiva da extração artesanal do óleo de andiroba bem como a comercialização desse óleo. A caracterização da extração do óleo utilizada em comunidade rural do estado do Amazonas foi realizada por meio de visitas, entrevistas e fotografias. Os aspectos econômicos abordaram os custos de produção, preços praticados no mercado, as quantidades extraídas e comercializadas bem como os canais de comercialização. A partir desses dados obteve-se para a caracterização: a cadeia produtiva constando das fases de coleta, beneficiamento e comercialização. O extrativista vende uma garrafa de óleo de andiroba ao preço de R\$ 80,00 para outros comunitários ou conhecidos do entorno de

¹Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheira florestal, M.Sc. em Agronomia Tropical, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Manaquiri, e, ao final da cadeia, chega ao consumidor um frasco de 50 mL que varia de R\$ 5,00 a R\$ 60,00.

Termos de indexação: extrativismo, economia, Amazônia.

Economics aspects of the productive chain of the artisanal extraction and commercialization of andiroba oil (*Carapa guianensis*) in rural community in the state of Amazonas

Abstract – Andirobeira is an Amazonian species that is widely exploited both to obtain wood and to extract its oil. The objective of this study was to describe the production chain of the artisanal andiroba oil extraction as well as the commercialization of the same. The characterization of the oil extraction used in the rural community of the State of Amazonas was carried out through visits, interviews and photographs. The economic aspects addressed the costs of production, prices practiced in the market, quantities extracted and commercialized as well as the commercialization channels. From these data the characterization was obtained: the productive chain that consists of the phases of collection, processing and commercialization. The extractivist sells a bottle of andiroba oil at a price of R \$ 80.00 from the surroundings of Manaquiri which arrives to the consumer a bottle of 50 ml ranging from R \$ 5,00 to R \$ 60,00.

Index terms: extractivism, economy, Amazon.

Introdução

Com a maior biodiversidade entre as composições florísticas mundiais, a Floresta Amazônica oferece imensa quantidade de produtos a serem explorados. A exploração, contudo, precisa efetivar modelos de desenvolvimento com atividades econômicas que não sejam tão prejudiciais ao meio ambiente (Santos; Guerra, 2010).

A andiroba (*Carapa guianensis*) é uma espécie que abrange, no Brasil, toda a região Amazônica até a Bahia (Lorenzi, 2002), ocorrendo também na Colômbia, Venezuela, Suriname, Guiana Francesa, no Peru, Paraguai, nas ilhas do Caribe, no sul da América Central e África Tropical (Ferraz et al., 2003). Em condições naturais é comum em várzeas e faixas alagáveis ao longo dos cursos d'água, sendo muito cultivada em terra firme, onde atinge porte menor (Lima; Azevedo, 1996).

Ainda em terra firme, ocorre em pequenas populações agrupadas. É uma árvore de médio a grande porte (pode alcançar até 55 m de altura), com tronco reto, sapopemas baixas e copa de porte médio, densa e ramos eretos (Andiroba..., 2004).

A planta possui várias qualidades, entre elas: grande plasticidade, com bom desenvolvimento sob condições de sombreamento e desempenho favorável em plantios a pleno sol (Azevedo et al., 1997; Lima, 1999); casca com propriedades antissépticas, anti-inflamatórias, cicatrizantes e inseticidas; e as sementes possuem 70% de óleo insetífugo e medicinal, muito utilizado para iluminação, preparo de sabão, cosméticos e outros (Ferraz et al., 2003).

O manejo de produtos florestais não madeireiros é importante, pois mantém a floresta em pé e praticamente sem alterações, transformando-a em uma fonte rentável (Machado, 2008).

As comunidades amazônicas utilizam diversos produtos não madeireiros para consumo próprio e são as responsáveis iniciais pela difusão desses produtos. O óleo de andiroba (*C. guianensis* Aubl.), por exemplo, é um produto de usos múltiplos. Devido ao interesse pelas suas propriedades, ele foi patenteado em 1999 por Rocher Yves Biolog Vegetale nos países França, Japão, União Europeia e Estados Unidos (Menezes, 2005).

Nesse sentido também é importante ressaltar a importância da realização de estudos quanto ao processamento do óleo, uma vez que o processo exige um conhecimento tradicionalmente adquirido que, com o passar dos anos, tende ao desaparecimento (Mendonça; Ferraz, 2007). Dessa forma este estudo tem por objetivo analisar a economia da cadeia produtiva da andiroba assim como a sua comercialização em comunidade rural no estado do Amazonas.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no período de agosto de 2017 a julho de 2018, nas comunidades de Bom Intento, Cai N'água e Andirobal, no município de Manaquiri, AM. Foram realizadas seis entrevistas com extrativistas, associação, cooperativa e comerciantes dos óleos, por meio de questionário baseado em Ferraz et al. (2003), para a obtenção dos dados econômicos de coleta, beneficiamento e comercialização. Foram identificados os principais componentes da cadeia produtiva e obtido seu fluxograma. A análise econômica constou das informações obtidas com a relação de trocas diretas, dos custos de produção, preços praticados no mercado, quantidades extraídas e comercializadas bem como os canais de comercialização.

Resultados

Na produção de óleo, contabilizou-se como custos principais para os extrativistas a mão de obra, paga em forma de diárias. Os recipientes para armazenamento dos óleos e o frete para transportar a produção não foram computados, nem os impostos, a exemplo do imposto sobre a circulação de mercadorias e serviço (ICMS) e os custos com a terra, de onde são extraídas as sementes.

Os agricultores extrativistas relataram que a produção é de aproximadamente 4 L; 1 L de óleo é vendido ao preço de R\$ 80,00, gerando uma receita bruta de R\$ 320,00. A produção é altamente variável durante os ciclos ou anos em que ocorre. A receita líquida média mensal gerada pela comercialização do óleo de andiroba para cada extrativista ficou negativa, com prejuízo mínimo de aproximadamente R\$ 280,00 podendo chegar até R\$ 400,00 a cada 4 L (Tabela 1). Apesar da receita negativa, os extratores obtêm outros ganhos com atividades extrativas, como a pesca, para consumo próprio, e um pequeno comércio de vendas de produtos diversos.

Tabela 1. Dados econômicos da extração artesanal do óleo de andiroba no município de Manaquiri, AM.

Comunidade	Bom Intento	Cai N'água	Andirobal
Dias trabalhados	15 dias	15 dias	15 dias
Mão de obra	R\$ 40,00	R\$ 40,00	R\$ 40,00
Preço de venda (L do óleo)	R\$ 50,00	R\$ 80,00	R\$ 70,00
Custo de produção	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00
Quantidade produzida	4 L	4 L	4 L
Receita bruta	R\$ 200,00	R\$ 320,00	R\$ 280,00
Receita líquida	R\$ -400,00	R\$ -280,00	R\$ -320,00

Registrou-se que os varejistas são os que ficam com os maiores ganhos na revenda do óleo de andiroba. Pois o extrativista vende a garrafa de aproximadamente 1 L de óleo a R\$ 80,00; o atacadista compra e reembala o óleo e revende para o varejista (valores não informados). Este, por sua vez, passa a vender em recipiente de 50 mL por R\$ 5,00 a R\$ 6,00 em feiras ou lojas especializadas. Na internet, bastando apenas colocar um rótulo no frasco, vende-se entre R\$ 35,00 e R\$ 60,00. O óleo produzido é vendido para outros comunitários ou consumidores de cidades do entorno, e a produção não é suficiente para atender a demanda.

Tem-se, portanto, a formação da cadeia produtiva, que é assim constituída: floresta (extrativistas); beneficiamento (comunidade, associação, atacadista); e comercialização (varejistas e consumidores), sendo bem simplificada, com poucos agentes atuando.

Discussão

A falta de informações sobre todo o processo de extração para qualquer atividade extrativista é um dos grandes empecilhos para o desenvolvimento do setor, como bem relatam Santos et al. (2010), pois, conhecendo seu custo de produção, o agricultor pode tomar decisões, com base em informações técnicas e de mercado, que minimizem os riscos e aumentem as oportunidades que a atividade apresenta ao longo dos anos.

Com relação a variação de preços e volume de compra e venda, não houve resposta consistente, porém todos foram unânimes em responder que todo o óleo produzido é vendido rapidamente.

Conclusões

O desconhecimento que os extrativistas têm do mercado desses produtos é fator limitante para uma futura geração de renda, além da falta de técnicas de agregação de qualidade e valor aos seus produtos.

A sazonalidade da produção também interfere nos ganhos para o extrativista, conflitando com os interesses dos madeireiros.

Os benefícios econômicos da exploração desses recursos são pequenos, ou até mesmo negativos, para os extrativistas, se comparados com aqueles recebidos pelos atravessadores, beneficiadores e exportadores.

Existe ainda um grande obstáculo para a quantificação e determinação do potencial das cadeias produtivas dos PFNMs, esbarrando na falta de informações e dados estatísticos confiáveis sobre esses produtos.

Referências

ANDIROBA: *Carapa guianensis*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 1 folder. (Espécies Arbóreas da Amazônia, 4.).

AZEVEDO, C. P. de; LIMA, R. M.B. de; LIMA, D. de; GARCIA, L.C.; SILVA, S. E. L. de. Formação de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. - Meliaceae): I resposta a diferentes níveis de sombreamento. **Revista da Universidade do Amazonas**, Série: Ciências Agrárias, v. 6, n. 1/2, p. 1-12, jan./dez.1997.

FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. **Andiroba**: *Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D. C. (Meliaceae). Manaus: INPA, 2003. 6 p. (Manual de sementes da Amazônia, 1).

LIMA, R. M. B de. Desenvolvimento de espécies florestais estabelecidas em sistemas de policultivo. In: SHIFT PROJECT ENV 23 (Manaus-AM). **Recuperação de áreas degradadas e abandonadas, através de sistemas de policultivo**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. Relatório Anual 1998. p. 50-57.

LIMA, R. M. B. AZEVEDO, C. Desenvolvimento inicial de espécies florestais estabelecidas em consórcio com aplicações de fungos micorrízicos e adubação. In: SHIFT PROJECT ENV 23. **Recuperação de áreas degradadas e abandonadas, através de sistemas de policultivo**. Manaus: EMBRAPA-CPAA: Universidade de Hamburg, 1996. p. 157-170.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384 p.

MACHADO, F. S. **Manejo de produtos florestais não madeireiros**: um manual com sugestões para o manejo participativo em comunidades da Amazônia. Rio Branco, AC: PESACRE : CIFOR, 2008. 105 p.

MENDONÇA, A. P.; FERRAZ, I. D. K. Óleo de andiroba: processo tradicional da extração, uso e aspectos sociais no estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 37, p. 353-364, 2007.

MENEZES, A. J. E. A. de. O histórico do Sistema Extrativo e a extração de óleo de andiroba cultivado no município de Tomé Açu, Estado do Pará. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Instituições, eficiência, gestão e contratos no sistema agroindustrial**: anais. Ribeirão Preto: SOBER, 2005.

SANTOS, A. J. dos; GUERRA, F. G. P. de Q. Aspectos econômicos da cadeia produtiva dos óleos de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) e copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne) na Floresta Nacional do Tapajós – Pará. **Floresta**, v. 40, n. 1, p. 23-28, jan./mar. 2010.

Entomologia/Fitopatologia/ Microbiologia

Atividade microbiológica em solo cultivado no sistema plantio direto em terra firme no Amazonas

Leticia Honda Tavares¹

Aleksander Westphal Muniz²

Resumo – A preparação do solo pode modificar a atividade microbiológica. A maioria dos solos da Amazônia tem baixa fertilidade natural, mas são fisicamente adequados para a agricultura. Portanto, práticas como o sistema plantio direto devem ser utilizadas como estratégia de conservação. O objetivo deste trabalho foi avaliar atributos microbiológicos em sistema convencional e de plantio direto para o milho em Latossolo Amarelo no Amazonas. A amostragem do solo foi realizada em área de milho com sistema convencional e plantio direto. As avaliações foram realizadas utilizando biomassa microbiana, respiração basal e quociente metabólico. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey. A respiração basal do solo pode variar mensalmente em ambos os sistemas cultivados com milho. O carbono da biomassa microbiana não varia no sistema de cultivo de milho testado. O quociente metabólico é menor nos sistemas

¹Bolsista de Iniciação Científica, Pibic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

cultivados que na floresta e varia mensalmente. Essas conclusões são válidas para as condições deste trabalho.

Termos de indexação: Amazônia, atividade microbiológica, latossolo.

Microbiological activity in soil cultivated under no-tillage system on dry land in Amazonas

Abstract – Soil preparation may modify microbiological activity. Most Amazonian soils have low natural fertility but are physically suitable for agriculture. Therefore, practices such as no tillage system should be used as strategy conservation. The aim this work was to evaluate microbiological attributes in conventional and no-tillage system for maize in Ferrasol in Amazonas. The soil sampling was made in maize crop area with conventional and no-tillage system. The evaluations were performed using microbial biomass, basal respiration and metabolic quotient. The results were submitted to analysis of variance and the Tukey's test. Soil basal respiration may vary monthly in both systems grown with maize. The carbon of the microbial biomass doesn't variations in systems maize cultivation tested. The metabolic quotient is lower in cultivated systems than in the forest and varies monthly. These conclusions are valid for the conditions of this work.

Index terms: Amazon, microbiological activity, ferrasol.

Introdução

Os Latossolos, na Amazônia, apresentam acidez alta, fertilidade natural e elevados teores de alumínio. Entretanto, com características físicas para o desenvolvimento da agricultura (Cravo; Smyth, 1997). Uma das maneiras de conservar o solo é adotar práticas como o plantio direto. Esse sistema apresenta diversos benefícios, como aumento da matéria orgânica e diminuição da erosão hídrica (Cogo et al., 1984; Bayer; Mielniczuck, 2008). No Amazonas observou-se um aumento do carbono do solo no sistema plantio direto na cultura do milho (Muniz et al., 2014). Porém, ainda se faz necessário avaliar outros indicadores referentes à qualidade desses solos.

Os indicadores de qualidade do solo podem ser influenciados por diversos fatores bióticos e abióticos, como rotação de culturas, clima e manejo (Piao et al., 2000; Balota et al., 2004). Dentre esses indicadores destacam-se os atributos microbiológicos como o carbono da biomassa (CBM), a respiração basal (RB), o quociente metabólico (qCO_2). O uso de microrganismos e processos microbiológicos como indicadores dá-se em razão da capacidade de responder rapidamente a mudanças no ambiente do solo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar atributos microbiológicos em sistema convencional e de plantio direto para o milho em Latossolo Amarelo no Amazonas.

Material e Métodos

As amostras de solo foram coletadas em quadrados de 5 m² estabelecidos na área cultivada de milho, sendo cinco coletas feitas no sistema plantio direto, cinco no sistema convencional e mais cinco na floresta, no campo da Embrapa Amazônia Ocidental. As amostras foram coletadas durante os meses de abril, maio e junho. Todas as coletas foram realizadas a uma profundidade de 10 cm.

O processamento das amostras foi feito utilizando peneira com malha de 2 mm. As variáveis biológicas avaliadas foram CBM, RB e qCO₂. O CBM foi determinado pelo método de fumigação-extração, que foi realizado segundo Vance et al. (1987), sendo a relação solo extrator 1:2,5, segundo Tate et al. (1988), e kC=0,33 preconizado por Sparling e West (1988), realizando fumigação com adição de clorofórmio (isento de etanol) diretamente na amostra, como descrito por Brookes et al. (1982) e Witt et al. (2000), mantendo-as em local escuro por 24 horas, procedendo-se à extração e quantificação do carbono microbiano pelo método (Walkley; Black, 1934) modificado segundo Tedesco et al. (1995), sem aquecimento externo em chapa. A respiração do solo foi realizada usando hidróxido de sódio para capturar o CO₂ (Alef; Nannipieri, 1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de separação de médias de Tukey (p <0,05).

Resultados

A respiração basal não apresentou variação entre os diferentes usos da terra nos meses de abril e maio. No entanto, no mês de junho, a respiração foi maior na floresta do que nas áreas cultivadas com milho, tanto no plantio convencional quanto no plantio direto. Também observou-se que, nas áreas cultivadas com milho, não ocorreram diferenças de respiração basal durante os três meses amostrados. Por sua vez, na floresta, a respiração basal foi maior no mês de junho do que nos demais meses (Tabela 1).

O carbono da biomassa microbiana não apresentou diferença entre os sistemas de uso da terra estudados nem durante os meses amostrados (Tabela 2).

Tabela 1. Respiração basal do solo em diferentes usos da terra em Manaus, 2018.

	Abril	Maio	Junho	Média
	mg.CO ₂ /kg solo seco/dia			
P. Convencional	29,91 Aa	29,43 Aa	42,85 Ab	34,07
P. Direto	30,71 Aa	33,75 Aa	36,79 Ab	33,75
Floresta	41,88 Ba	31,46 Ba	60,22 Aa	44,53
Média	34,17	32,56	45,61	

*Médias com a mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 2. Carbono da biomassa microbiana do solo em diferentes usos da terra em Manaus, 2018.

	Abril	Maio	Junho	Média
	mg.C/kg solo seco/dia			
P. Convencional	96,99 Aa	95,04 Aa	99,19 Aa	97,08 a
P. Direto	112,27 Aa	102,11 Aa	107,25 Aa	107,21 a
Floresta	94,28 Aa	115,36 Aa	107,71 Aa	105,79 a
Média	101,18 Aa	104,17 Aa	104,72 Aa	

*Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas.

O quociente metabólico na floresta foi maior do que os demais sistemas de cultivo de milho nos meses de abril e junho. No mês de maio não foram observadas diferenças de quociente metabólico estudado. Os sistemas de plantio de milho (convencional e direto) não apresentaram variações de quociente metabólico durante o período de abril a junho. A floresta apresentou diminuição do quociente metabólico durante o mês de maio, enquanto nos meses de abril e junho esse quociente foi igual (Tabela 3).

Tabela 3. Quociente metabólico do solo em diferentes usos da terra em Manaus, 2018.

	Abril	Maio	Junho	Média
	mg.CO ₂ /kg/ CBM/ solo seco/dia			
P. Convencional	0,23 Ab	0,39 Aa	0,40 Aab	0,34
P. Direto	0,35 Aab	0,38 Aa	0,25 Ab	0,32
Floresta	0,48 Aa	0,27 Ba	0,58 Aa	0,44
Média	0,35	0,35	0,41	

*Médias com a mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Discussão

A respiração basal do solo e quociente metabólico estão ligados ao ambiente mais estável ou próximo do estado de equilíbrio. Uma biomassa é mais efetiva quando menos C é perdido, como CO₂ pela respiração, e maior é a proporção de C incorporada aos tecidos microbianos. Quanto mais eficiência, menos é o qCO₂. Fatores de “estresse”, como fatores de perturbação, induzem a redução da eficiência microbiana; menor qCO₂ indica economia na utilização de energia e supostamente reflete maior estado de equilíbrio. Logo, na floresta, no mês de maio, houve maior eficiência em sua biomassa (Tótola; Chaer, 2002).

Estudos indicam que o CBM é afetado por mudanças bruscas de temperatura, no manejo do solo, ou estresses no solo causados por herbicidas, por exemplo (Tótola; Chaer, 2002).

Conclusões

A respiração basal do solo pode variar mensalmente nos sistemas cultivados com milho. O CBM não apresenta variações no cultivo de milho nos sistemas testados. O quociente metabólico é menor nos

sistemas cultivados do que na floresta e varia mensalmente. Essas conclusões são válidas para as condições deste trabalho.

Referências

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Ed.). **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, 1995.

BALOTA, E. L.; COLOZZI, A.; ANDRADE, D. S.; DICK, R. P. Long-term tillage and crop rotation effects on microbial biomass and C and N mineralization in a Brazilian Oxisol. **Soil and Tillage Research**, v. 77, n. 2, p. 137-145, 2004.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 7-18.

BROOKES, P. C.; POWLSON, D. S.; JENKINSON, D. S. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 14, n. 4, p. 319-329, 1982.

COGO, N. P.; MOLDENHAUER, W. C.; FOSTER, G. R. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil Science Society of America Journal**, v. 48, n. 2, p. 368-373, 1984.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Manejo sustentado da fertilidade de um latossolo da Amazônia central sob cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 607-616, 1997.

MUNIZ, A. W.; GONCALVES, J. R. P.; OLIVEIRA, I. J. de; FONTES, J. R. A. **Sistema Plantio Direto: conservação do solo e produção sustentável de grãos em terra firme do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. 4 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 45).

PIAO, H. C.; HONG, Y. T.; YUAN, Z. Y. Seasonal changes of microbial biomass carbon related to climatic factors in soils from karst areas of southwest China. **Biology and Fertility of Soils**, v. 30, n. 4, p. 294-297, 2000.

SPARLING, G. P.; WEST, A. W. A direct extraction method to estimate soil microbial- C - calibration in situ using microbial respiration and ¹⁴C-labeled cells.

Soil Biology & Biochemistry, v. 20, n. 3, p. 337-343, 1988.

TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate soil microbial- C - effects of experimental- variables and some different calibration procedures. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 20, n. 3, p. 329-335, 1988.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; VLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: ALVAREZ V.; V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F. de; MELLO, J. W. V. de; COSTA, L. M. da (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v. 2. p. 195-276.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass-C. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 19, n. 6, p. 703-707, 1987.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method.

Soil Science, v. 37, n. 1, p. 29-38, Jan. 1934.

WITT, C.; GAUNT, J. L.; GALICIA, C. C.; OTTOW, J. C. G.; NEUE, H. U. A rapid chloroform-fumigation extraction method for measuring soil microbial biomass carbon and nitrogen in flooded rice soils. **Biology and Fertility of Soils**, v. 30, n. 5-6, p. 510-519, mar. 2000.

Dinâmica populacional do trips *Pseudophlothrips adisi* (zur Strassen) em plantios de guaranazeiro

Julliane da Silva Fontes¹
Adauto Maurício Tavares²

Resumo – O presente estudo teve como objetivo a caracterização da dinâmica populacional e da distribuição espacial de *Pseudophlothrips adisi* em plantio de guaranazeiro. Não houve correlação significativa entre os níveis populacionais e os fatores abióticos. Houve estreita relação entre o pico populacional de *P. adisi* e a fenologia do guaranazeiro. A prática cultural da poda de limpeza teve forte influência na redução do índice populacional no período.

Termos de indexação: Thysanoptera, fatores bióticos e abióticos.

¹Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Entomologia Agrícola, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Population dynamics of *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen) thrips in guarana crops

Abstract – The present study aimed to characterize the population dynamics and the spatial distribution of *Pseudophilothrips adisi* in guarana crops. There was no significant correlation between population levels and abiotic factors. There was a close relationship between the population peak of *P. adisi* and the phenology of guarana plants. The cultural practice of pruning had a strong influence on the reduction of the population index in the period.

Index terms: Thysanoptera, biotics and abiotics factors.

Introdução

O cultivo do guaranazeiro, *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke, apresenta grande importância socioeconômica para o estado do Amazonas (Atroch et al., 2018). Até o momento, somente o tripses-do-guaranazeiro *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen) (Thysanoptera: Phlaeothripidae) apresenta importância econômica.

Populações de insetos interagem com as variáveis do meio ambiente, as quais influenciam em sua densidade (Peters; Barbosa, 1977). Assim, estudos da flutuação populacional indicam a abundância de insetos em determinada época do ano, além de elucidarem interações com fatores bióticos (Pizzamiglio-Gutierrez, 2012) e abióticos (Huffaker, 1982).

Nesse contexto, o objetivo foi observar a dinâmica populacional do *P. adisi* e sua distribuição espacial no ano agrícola do plantio de guaranazeiro.

Material e Métodos

O presente estudo foi conduzido em área pertencente à Jayoro Agropecuária Ltda., localizada no município de Presidente Figueiredo, AM, em plantio de guaranazeiro da variedade BRS-871, cultivado sob sistema de produção (Pereira, 2005), sem o uso do controle químico de *P. adisi*. Os dados foram verificados no Laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, por meio da contagem de adultos de *P. adisi*. Os dados meteorológicos foram obtidos da estação meteorológica da Agropecuária Jayoro.

Os dados de coleta foram submetidos à verificação de sua distribuição Laplace-Gauss e da homocedasticidade das variâncias pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ($P < 0,05$). Foi utilizado o teste Mann-Whitney Rank Sum Test (U) para o efeito da influência da poda de

limpeza sobre a população de *P. adisi* e teste de Tukey, precedido da Anova Kruskal-Wallis (H), para a caracterização da dinâmica populacional de *P. adisi* conforme Conover (1980) e Zar (1984). Para se medir o grau de correlação entre as variáveis foi utilizado o coeficiente de correlação produto-momento (ρ de Pearson) conforme Zar (1984).

Resultados

Fatores abióticos não interferiram na variação da população do trips *P. adisi*, enquanto que o fator biótico fenologia da planta interferiu significativamente na flutuação populacional. A prática cultural da poda contribuiu para a significativa redução da população logo após a sua realização.

Não houve correlação entre os níveis populacionais de *P. adisi* com os fatores pluviosidade ($r = -0,371$; $p = 0,234$; $n = 12$), fotoperíodo ($r = 0,107$; $p = 0,741$; $n = 12$), temperatura ($r = 0,503$; $p = 0,0954$; $n = 12$) e umidade relativa ($r = -0,250$; $p = 0,432$; $n = 12$) (Figura 1).

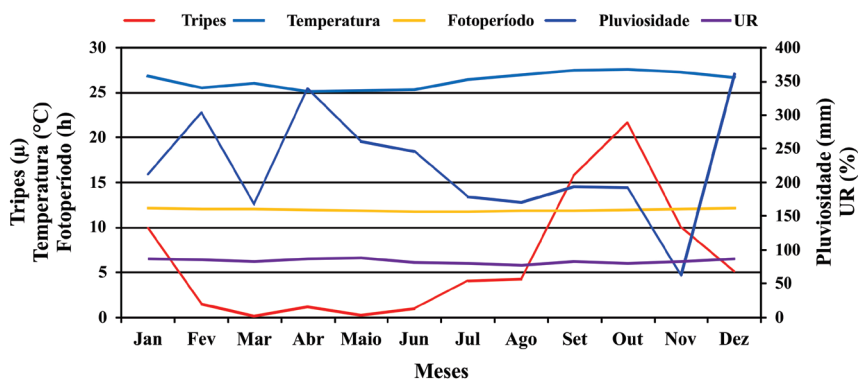


Figura 1. Relação entre a população de *Pseudophilothrips adisi* em plantio de guaranazeiro e fatores abióticos.

A população variou significativamente em tamanho entre os períodos de meses observados, concentrando-se em maior grau nos meses de pré-floração, floração e frutificação. Ainda, meses que apresentam relativa constância da fenologia (emissão de folhas jovens e meristemas) apresentaram níveis populacionais estabilizados (Figura 2).

O procedimento da poda de limpeza efetuada no mês de janeiro contribuiu significativamente para forte redução dos níveis populacionais de *P. adisi* no mês subsequente ($U_{1,20} = 85,000$; $p < 0,001$), e a população se mostrou estabilizada até o mês de junho ($H_{11,240} = 101,928$; $p < 0,001$) (Figura 2).

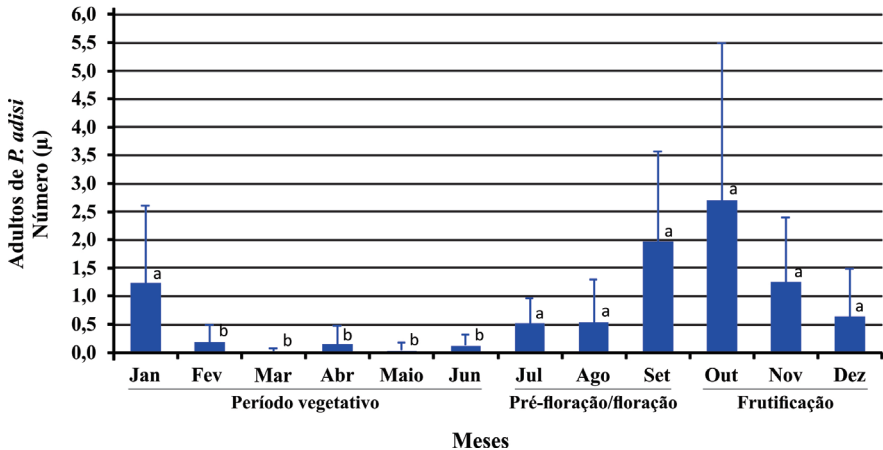


Figura 2. Flutuação populacional do tripses-do-guaranazeiro *Pseudophilothrips adisi* associada à fenologia do guaranazeiro.

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Discussão

A maioria das populações naturais é afetada por mudanças sazonais, temperatura, precipitação ou disponibilidade de recursos (Wittmann et al., 2017). Populações de *P. adisi* não responderam às

variações de temperatura, umidade relativa do ar, fotoperíodo e pluviosidade, em contraposição, por exemplo, a Campbell et al. (1974). Larvas e adultos de *P. adisi*, assim como outros Thysanoptera, apresentam pequeno tamanho e comportamento críptico (Mehle; Trdan, 2012) e tigmotático (Reitz, 2009), o que contribui para não serem alvos do efeito das chuvas, fator que poderia surtir efeito sobre a população, pois os demais efeitos abióticos apresentam comportamento linear durante todo o ano. Insetos herbívoros podem ser mais abundantes em determinadas fases do desenvolvimento das suas plantas hospedeiras (Waltz; Whitham, 1997). Assim, os micro-habitats ocupados por *P. adisi*, especialmente os meristemas, oferecem abrigo e recursos de alimentação e oviposição, além de oferecerem resistência à entrada de água no interior da estrutura, pela tensão superficial da água em conjunto com a pilosidade dessas estruturas. A abundância de *P. adisi* foi influenciada pela fenologia do guaranazeiro e pela prática da poda verificada por Moreira et al. (2012) em tripes da videira e reconhecida prática em plantas perenes na redução de populações de diversos insetos (Hazarika et al., 2009).

Conclusões

Os fatores abióticos temperatura, fotoperíodo, pluviosidade e umidade relativa não interferem na variação dos níveis populacionais de *P. adisi*.

O estado fenológico do guaranazeiro é o fator responsável pelas variações sazonais da população de *P. adisi*.

A prática cultural da poda de formação das plantas de guaranazeiro efetuada no mês de janeiro possui efeito significativo na redução populacional de *P. adisi*.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental, à Fapeam e à Jayoro Agropecuária Ltda.

Referências

- ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J. do. Guaraná – *Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis* (Mart.) Ducke. In: RODRIGUES, S.; SILVA, E. de O.; Brito, E. S. de (Ed.). **Exotic fruits reference guide**. London: Academic Press, 2018. p. 225-236.
- CAMPBELL, A.; FRAZER, B. D.; GILBERT, N.; GUTIERREZ, A. P.; MACKAUER, M. Temperature requirements of some aphids and their parasites. **Journal of Applied Ecology**, v. 11, n. 2, p. 431-438, 1974.
- CONOVER, W. J. **Practical nonparametric statistics**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1980. 493 p.
- HAZARIKA, L. K.; BHUYAN, M.; HAZARIKA, B. N. Insect pests of tea and their management. **Annual Review Entomology**, v. 54, p. 267-284, 2009.
- HUFFAKER, C. B. Overall approach to insect problems in agriculture. In: HATFIELD, J. L.; THOMASON, I. J. (Ed.). **Biometeorology in integrated pest management**. London: Academic Press, 1982. 171 p.
- MEHLE, N.; TRDAN, S. Traditional and modern methods for the identification of thrips (Thysanoptera) species. **Journal of Pest Science**, v. 85, p. 179-190, 2012.
- MOREIRA, A. N.; de OLIVEIRA, J. V.; de MORAIS OLIVEIRA, J. E.; OLIVEIRA, A. C.; de SOUZA, I. D. Variação sazonal de espécies de tripses em videira de acordo com sistemas de manejo e fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, p. 328-335, 2012.
- PEREIRA, J. C. R. (Ed.). **Cultura do guaranazeiro no Amazonas**. 4. ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 40 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Sistemas de Produção, 2).

PETERS, T. M.; BARBOSA, P. Influence of population density on size, fecundity, and developmental rate of insects in culture. **Annual Review of Entomology**, v. 2, p. 431-450, 1977.

PIZZAMIGLIO-GUTIERREZ, M. A. Insect-plant interactions. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. Boca Raton: CRC Press; Brasília, DF: Embrapa, 2012. 139-162 p.

REITZ, S. R. Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): the making of a pest. **Florida Entomologist**, v. 92, p. 7-13, 2009.

WALTZ, A. M.; WHITHAM, T. G. Plant development affects arthropod communities: opposing impacts of species removal. **Ecology**, n. 7, v. 78, p. 2133-2144, 1997.

WITTMANN, M. J.; BERGLAND, A. O.; FELDMAN, M. W.; SCHMIDT, P. S.; PETROV, D. A. Seasonally fluctuating selection can maintain polymorphism at many loci via segregation lift. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 46, p. 9932-9941, 2017.

ZAR, J. H. **Bioestatistical analysis**. 2nd ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984. 718 p.

Seleção de fungos de podridão branca degradadores de xenobióticos

Gabriela Batista Bastos¹

Aleksander Westphal Muniz²

José Renato Pereira Cavallazzi³

Resumo – No presente trabalho foi testada a atividade biorremediadora de enzimas lignolíticas produzidas por fungos de podridão branca coletados no campus da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM. Foi analisada a degradação do corante Remazol Brilliant Blue R (RBBR) e constatou-se efetiva descoloração de 88,78% por parte de um dos isolados fúngicos e que a massa total de micélio não interferiu na produção ou ação enzimática.

Termos de indexação: biorremediação, corante, fungos.

¹Bolsista de Iniciação Científica, Pibic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Microbiologia Agrícola, professor da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM.

Selection of white-rot fungi that degrade xenobiotic agents

Abstract – In this research, it was tested the bioremediation activity of ligninolytic enzymes produced by white rot fungi collected from Federal University of Amazonas, in Manaus. It was analyzed the degradation of Remazol Brilliant Blue R (RBBR) and the results showed that it had a 88,78% decolouration by one of the fungus isolated and that the total mass did not interfere with the enzyme production nor it's effectiveness.

Index terms: bioremediation, dye, fungus.

Introdução

Os resíduos coloridos da indústria têxtil são considerados como um dos mais poluentes, por causa de seu grande volume e composição tóxica (Kamida; Durrant, 2005), sendo estes mutagênicos e recalcitrantes (Peixoto et al., 2013). Em razão dessas características, a demanda por processos biorremediadores tem sido grande. Os fungos de podridão branca (FPB) foram apontados como degradadores de substâncias xenobióticas por produzirem enzimas inespecíficas lignolíticas, como a lignina peroxidase (EC 1.11.1.14), manganês peroxidase (EC 1.11.1.13) e lacase (EC 1.10.3.2) (Tuomela, 2002), que são capazes de degradar moléculas de fenol, comuns à maioria dessas substâncias. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi isolar e selecionar FPB degradadores de corantes recalcitrantes.

Material e Métodos

Isolados fúngicos foram coletados, a partir de basidiocarpos estabelecidos em madeira em decomposição, no campus da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Manaus, AM. Fragmentos dos cogumelos coletados foram preparados assepticamente, imergindo-os em duas soluções de 20 mL de álcool 70% e de 20 mL de hipoclorito de sódio 2%, ambos por 30 segundos, para depois serem lavados e hidratados em água esterilizada. Os fragmentos foram depositados em placas de Petri contendo 20 mL de meio batata-dextrose-ágar (BDA) e incubados à temperatura ambiente. A manutenção da coleção fúngica foi realizada sempre que necessária, por meio de sucessivas inoculações, e mantida sob refrigeração, para que a qualidade das hifas fosse preservada. Neste estudo, utilizou-se o fungo *Phanerochaete chrysosporium* (ATCC 24725) como controle, por já terem sido caracterizadas suas enzimas ligninases, que reagem à presença de H₂O₂ (Tien; Kirk, 1984). Também foram utilizados tratamentos abióticos, meios de cultivo contendo corante, mas sem fungos, como controle negativo.

Para a determinação da atividade lignolítica, discos contendo micélio foram inoculados em três réplicas de placas de Petri contendo meio BDA acrescido de indicadores enzimáticos ácido tânico (5 g/L) (PM: 1.701,19 g/mol) e guaiacol (500 ppm) (PM: 124,14 g/mol) e armazenados à temperatura ambiente em estufa durante 10 dias. Em ambos os casos, a presença de halo marrom ou avermelhado ao redor da colônia fúngica, respectivamente, indica a ação oxidante sobre os acrescidos, evidenciando atividade lignolítica. Observaram-se, durante uma semana, a presença ou ausência desses halos e, no caso do ácido tânico, sua intensidade.

Nos experimentos de descoloração, utilizou-se o corante industrial antraquinona Remazol Brilliant Blue R (RBBR; PM 626,54 g/mol) (50 mg/L), $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ (0,5 g/L) e $CuSO_4$ (0,04 g/L) em todos os experimentos nessa etapa do trabalho. Na descoloração em meio sólido, discos contendo micélio fúngico foram transferidos para placas de Petri contendo 20 mL de meio BDA acrescido da solução de corante. As culturas foram incubadas em estufa à temperatura ambiente por 10 dias a fim de se observar a presença e intensidade de possível atividade descolorante.

Para a descoloração em meio líquido, foram utilizados pedaços de micélio, que foram inoculados em erlenmeyers contendo 50 mL de solução batata e glicose e solução de corante. Estes foram mantidos à temperatura ambiente por 12 dias. Após o período de incubação, os micélios foram filtrados e transferidos para folhas de alumínio para que fossem realizadas pesagens em balança de precisão, e transferiu-se o conteúdo líquido para tubos Falcon, que foram mantidos sob refrigeração. Análise de descoloração foi realizada com auxílio de espectrofotômetro no comprimento de onda de 592 nm para RBBR. Os resultados foram expressos em porcentagem para determinar a degradação do corante pelas enzimas lignolíticas presentes.

Neste estudo, como análise estatística, foi utilizado o teste de Scott-Knott (1974), para comparar a influência da massa total dos micélios obtidos com a produção enzimática.

Resultados

Após 7 dias de cultivo, foi possível registrar a presença ou ausência de halo produzido em meios acrescidos de indicadores enzimáticos (Tabela 1).

Tabela 1. Registro de presença de halo enzimático em meio de cultura acrescido de indicadores de enzimas lignolíticas produzido por fungos de podridão branca.

Isolados fúngicos	Indicadores enzimáticos		
	Ácido tânico		Guaiacol Reação
	Reação	Intensidade do halo	
28	+	***	+
31	-	-	-
33	-	-	-
34	+	**	+
35	+	***	+
46	+	***	+
47	+	***	+
49	+	***	-
51	-	-	-
52	+	***	+
53	+	***	-
PC	-	-	+

Legenda: **Atividade enzimática:** (+): reação positiva, presença de halo enzimático; (-): reação negativa, ausência de halo enzimático; **Intensidade da atividade enzimática:** (*): halo enzimático de cor amarelo-clara; (**): cor castanho-clara; (***) : cor castanho-escura. Todos os isolados com atividade positiva para guaiacol apresentaram coloração uniforme vermelha, característica do composto sob oxidação.

Atividade de descoloração observável em meio de cultivo sólido acrescido de RBBR (período de cultivo de 10 dias) também foi registrada (Tabela 2).

Para os ensaios de descoloração em meio líquido foram registradas a média de absorbância para cada isolado e a porcentagem de descoloração (Tabela 3). A Figura 1 mostra os diferentes níveis de degradação realizados pelos isolados.

Tabela 2. Registro visual de descoloração de meio de cultura acrescido de corante RBBR por fungos de podridão branca.

Descoloração em meio sólido do corante RBBR		
Isolados fúngicos	Reação	Intensidade
28	-	-
31	+	***
33	-	-
34	+	***
35	-	-
46	-	-
47	-	-
49	-	-
51	+	*
52	-	-
53	-	-
PC	-	-

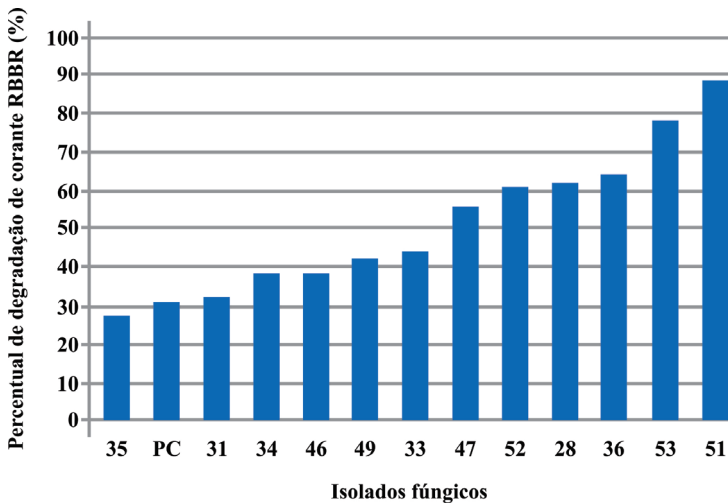
Legenda: **Atividade enzimática:** (+): reação positiva, atividade descolorante de RBBR; (-): reação negativa, ausência de atividade descolorante; **Intensidade de descoloração:** (*): pouca descoloração observável; (**): descoloração parcial; (***) descoloração por completo do meio sólido.

Tabela 3. Absorbância média do meio exposto às enzimas lignolíticas por 12 dias.

Descoloração em meio líquido do corante RBBR		
Isolados	Abs. média	RBBR degradado (%)
28	0,272	62,80
31	0,491	32,84
33	0,407	44,33
34	0,449	38,58
35	0,531	27,36
36	0,259	64,57
46	0,448	38,72
47	0,318	56,50
49	0,417	42,96
51	0,082	88,79

Tabela 3. Continuação.

Descoloração em meio líquido do corante RBBR		
Isolados	Abs. média	RBBR degradado (%)
52	0,286	60,88
53	0,158	78,39
PC	0,502	31,33
Abiótico	0,731	0

**Figura 1.** Descoloração de RBBR (%) por isolado fúngico. Uma amostra abiótica (controle negativo) foi utilizada para comparação.

Discussão

Avaliação da presença de halo marrom em meio acrescido de ácido tânico é chamada de teste de Bavendamm, e este é utilizado para identificar oxidação de lignina. Entretanto, alguns fungos, apesar de oxidarem ácido tânico, não realizam degradação de madeira (Davidson et al., 1938); neste estudo, isso ocorre em quatro fungos testados. Entretanto, três inóculos que não reagiram ao ácido tânico apresentaram degradação de corantes, ambas as constatações

em meio sólido. Em contrapartida, o guaiacol apresentou cinco resultados errôneos. Isso ocorre por causa de limitações do próprio reagente na identificação de enzimas ligninocelulolíticas. Já em meio líquido, todos os isolados apresentaram algum tipo de descoloração.

É importante acrescentar que, em protocolo padrão para ensaios de descoloração em meio líquido, o tempo de cultivo e atividade enzimática é de 28 dias. Durante a aferição da absorbância em espectrofotômetro, observou-se que os isolados 51,52,53 e 28 já haviam degradado mais de 60% do corante contido no meio. Portanto, o protocolo foi modificado para 12 dias para que fosse possível registrar o percentual de degradação total das amostras, mas isso demonstra a eficiência dos isolados testados para degradação da substância RBBR. Também não foram encontradas relações entre a massa total de micélio e a produção enzimática.

Conclusões

De acordo com os resultados, conclui-se que os isolados 51 e 53 foram os que degradaram o maior percentual de RBBR, apresentando, assim, maior potencial como agentes biorremediadores. Também é possível apontar que os indicadores enzimáticos não são totalmente precisos na seleção de potenciais oxidantes de lignina; entretanto, entre os dois indicadores utilizados, o guaiacol foi o mais acurado.

Referências

KAMIDA, H. M.; DURRANT, L. R. Biodegradação de efluente têxtil por *Pleurotus sajor-caju*. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 629-632, fev. 2005.

PEIXOTO, F.; MARINHO, G.; RODRIGUES, K. Corantes têxteis: uma revisão. **Holos**, v. 5, p. 1807-1600, 2013.

TIEN, M.; KIRK, T. K. Lignin-degrading enzyme from *Phanerochaete chrysosporium*: purification, characterization, and catalytic properties of a unique H₂O₂-requiring oxygenase. **Science**, v. 221, p. 661-663, 1984.

TUOMELA, M. **Degradation of ligning and toher c-labelled compounds in compost and soil with an emphasis on white-rot fungi**. Helsinki: University of Helsinki, 2002.

Floresta/Agrofloresta

Caracterização de frutos e sementes de castanha-do-brasil no estado do Amazonas

Ana Lorena da Silva Aguiar¹

Kátia Emídio Silva²

Thais Carla Vieira Alves¹

Resumo – A castanheira-do-brasil é uma das árvores símbolo da Amazônia devido à sua importância social, ecológica e econômica para a região. Sua maior importância está nas amêndoas ou castanhas, produto florestal não madeireiro (PFNM). O objetivo deste trabalho foi realizar a biometria de frutos e sementes em dois castanhais localizados nos municípios de Tefé e Barcelos, estado do Amazonas. Desta forma, avaliaram-se a biometria de frutos (largura, altura e número de sementes) e a biometria de sementes (comprimento, largura e espessura). Foram selecionadas dez árvores em cada localidade, e de cada árvore amostraram-se dez frutos e do conjunto destes, dez sementes. Os resultados indicaram que, na biometria de frutos e de sementes, todas as suas variáveis diferem entre si, dentro de cada localidade. Entre as localidades, apenas a largura de frutos e o

¹Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheira florestal, D.Sc. em Ciência Florestal, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

número de sementes variaram significativamente. E para sementes, somente o comprimento, mostrando a grande variabilidade existente nos frutos e sementes.

Termos de indexação: Amazônia, *Bertholletia excelsa* Bonpl., biometria.

Characterization of fruit and seeds of castanha-do-brasil in Amazonas state

Abstract – Brazil nut is one of the symbolic trees of the Amazon, due to its social, ecological and economic importance for the region. Its major importance is in almonds or nuts, a non-timber forest product. The objective of this work was to perform the biometry of fruits and seeds in two chestnuts forests located in the municipalities of Tefé and Barcelos. In this way, fruit biometry (width, height and number of seeds) and for seed biometry (length, width and thickness) were evaluated. We selected 10 trees in each place, and from each tree we sampled 10 fruits and 10 seeds. The results indicated that, in fruit and seed biometry, all of its variables differ within each locality and some among then, showing great variability in fruit and seeds.

Index terms: Amazon, *Bertholletia excelsa* Bonpl., biometry.

Introdução

A castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), pertencente à família Lecythidaceae, é uma árvore de grande porte que sobressai na floresta, chegando a 50 metros de altura e 2 metros de diâmetro, podendo viver mais de 500 anos (Wadt et al., 2005). Por essas características, é considerada uma das árvores símbolo da Amazônia, devido a sua importância social, ecológica e econômica para a região. É uma espécie de uso múltiplo, pois sua madeira é de excelente qualidade para a construção naval e civil, mas a importância maior está nas amêndoas ou castanhas, que são produto florestal não madeireiro (PFNM) (Wadt; Kainer, 2009).

A produção de castanha é quase exclusivamente feita pelo sistema extrativista, principal atividade econômica de milhares de famílias que vivem na Amazônia (Wadt; Kainer, 2009).

Os estudos biométricos de frutos e sementes geram importantes informações para indicar a variabilidade genética dentro e entre populações de uma mesma espécie, subsidiando conhecimentos para a caracterização dos aspectos ecológicos, e contribuir para o manejo de castanhais (Garcia et al., 2017). O objetivo deste estudo foi realizar a biometria de frutos e sementes provenientes de dois castanhais localizados nos municípios de Tefé e Barcelos, no estado do Amazonas.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em parcelas permanentes de 300 m x 300 m, instaladas nos municípios de Tefé (Comunidade Jutica, castanhal Ariramba) e Barcelos (Resex do Rio Unini, Comunidade Lago das Pedras, Castanhal Sítio Velho), conforme metodologia descrita em Guedes et al. (2017). Todas as árvores de castanha com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 10 cm foram identificadas e marcadas

com placas de alumínio. Para os estudos de biometria de frutos e sementes foram selecionadas dez árvores; de cada árvore foram selecionados dez frutos, e posteriormente dez sementes foram amostradas do conjunto total das sementes dos dez frutos. De cada ouriço foram obtidas as medidas de largura, altura e número de sementes. Para a biometria das sementes foram obtidas as medidas de comprimento, largura e espessura, utilizando paquímetro digital, seguindo a metodologia descrita por Garcia et al. (2017). Para a análise dos dados foi utilizada a plataforma R (R Development Core Team, 2018), aplicando a análise de variância multivariada (Manova).

Resultados

Na Tabela 1 apresentam-se os resultados da biometria de frutos, comparando-se os dois castanhais.

Tabela 1. Valores mínimo, médio e máximo das variáveis largura, altura e número de sementes, de frutos de castanha-do-brasil, dos castanhais da Comunidade Jutica em Tefé, AM, e da Resex do Unini em Barcelos, AM.

Local	Largura (mm)			Altura (mm)			Número de Sementes		
	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.
Comunidade Jutica	95,48	127,22	161,85	88,78	117,20	151,41	10	17,22	24
Resex do Unini	79,49	122,47	146,34	85,63	115,38	149,41	7	15,82	25

Observa-se que, ao comparar as duas comunidades, houve maior variação nos valores de largura do fruto e número de sementes/fruto, com $p=0.001095$ e $p=0.00394$, respectivamente. Quando avaliado dentro de cada castanhal, observou-se que há diferenças estatísticas em todas as variáveis: largura, altura e número de sementes. Para a Comunidade Jutica apresentaram $p=2.018e-13$, $4.302e-1$ e $1.359e-06$, respectivamente. Na Resex do Unini, apre-

sentaram os seguintes valores: largura $p = 2.2e-16$, altura $p = 2.2e-16$ e o número de sementes $p = 7.45e-09$. Destaca-se que, na Resex do Unini, as árvores tiveram maior variação no número de sementes/fruto quando comparado com a Comunidade Jutica.

Na biometria de sementes, nos dois locais, observaram-se os valores a seguir (Tabela 2).

Tabela 2. Valores mínimo, médio e máximo das variáveis comprimento, largura e espessura de sementes de castanha-do-brasil, na Comunidade Jutica, Tefé, e na Resex do Unini, Barcelos, AM.

Local	Comprimento (mm)			Largura (mm)			Espessura (mm)		
	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.
Comunidade Jutica	36,48	46,95	60,74	22,27	28,31	35,64	13,96	20,38	26,92
Resex do Unini	33,09	45,45	61,77	18,75	28,55	37,86	14,15	20,27	31,74

Quando comparada entre as localidades, a distribuição dos valores das variáveis mostrou diferença estatística significativa apenas para os valores de comprimento das sementes, com variação de 36,48 mm a 60,74 mm para Comunidade Jutica e de 33,09 mm–61,77 mm, com $p = 0,0162$, na Resex do Unini.

Dentro de cada área de estudo, observou-se que houve diferenças estatísticas em todas as variáveis para ambos os locais, mostrando variabilidade entre as árvores. Para a Comunidade Jutica, comprimento, largura e espessura apresentaram $p = 6.765e-10$, $6.747e-16$ e $8.648e-11$, respectivamente. Para a Resex do Unini, os valores foram: comprimento $p = 1.847e-08$, largura $p = 4.91e-14$ e na espessura $p = 3.798e-06$.

Discussão

Os resultados obtidos com o presente trabalho mostraram que há grande variabilidade nas variáveis biométricas de frutos e de sementes quando analisados dentro de cada localidade estudada. Entre as localidades, na biometria de frutos, houve variações apenas na largura e no número de sementes. Na biometria de sementes, houve somente variação no comprimento. Outros estudos confirmam o que foi observado neste estudo: Kaminski et al. (2008), ao realizarem estudos biométricos de frutos de castanha-do-brasil no estado de Roraima, em parcelas permanentes instaladas nos municípios de Caracaraí e São João da Baliza, verificaram grande variação nas características do ouriço (diâmetro, altura, espessura e diâmetro do opérculo), havendo a necessidade de se realizar uma avaliação mais detalhada. Rocha et al. (2016), em estudos de biometria de frutos e sementes de castanha-do-brasil realizados no estado do Mato Grosso, verificaram também grande variação nas medidas biométricas realizadas.

A grande variabilidade registrada, segundo Silva et al. (2001), pode estar relacionada à variabilidade genética e/ou a fatores ambientais não controlados, tais como condição de antropização, solo, clima e idade da planta.

Conclusões

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que há grande variabilidade dentro de cada castanhal, tanto para frutos quanto para as medidas das sementes. Sugerem-se novos estudos em outros municípios, a fim de comparar e também avaliar todos esses processos que causam tanta variação de frutos e sementes de castanha-do-brasil.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela bolsa concedida.

Referências

GARCIA, L. C.; WADT, L. H. O.; LOCATELLI, M.; SOUSA, S. G. A. Avaliação morfológica de frutos e sementes da castanheira-da-amazônia. In: WADT, L. H. de O.; SANTOS, L. M. H.; BENTES, M. P. de M.; OLIVEIRA, V. B. V. (Ed.). **Produtos florestais não madeireiros: guia metodológico da Rede Kamukaia**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 89-97.

GUEDES, M. C.; TONINI, H.; WADT, L. H. O.; SILVA, K. E. Instalação e medição de parcelas permanentes para estudos com produtos florestais não madeireiros. In: WADT, L. H. de O.; SANTOS, L. M. H.; BENTES, M. P. de M.; OLIVEIRA, V. B. V. (Ed.). **Produtos florestais não madeireiros: guia metodológico da Rede Kamukaia**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 13-32.

KAMINSKI, P. E.; TONINI, H.; JUNIOR, M. M.; SCHWENGBER, L. A. M. Biometria de frutos de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em Roraima. In: SEMINÁRIO DO PROJETO KAMUKAIA MANEJO SUSTENTÁVEL DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO-MADEIREIROS NA AMAZÔNIA, 1., 2008, Rio Branco, AC. **Anais...** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2008. p. 46-51. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/709828/1/kamukaia.pdf>>. Acesso em:

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for statistical, 2017. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em :

ROCHA, V. D.; LIMA, J. D. S.; BISPO, R. B.; COCHEV, J. S.; ROSSI, A. A. B. Caracterização biométrica de frutos e sementes de castanha-do-brasil na Amazônia Moto-Grossense. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 24, p. 186, 2016.

SILVA, R. S. M.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V. Caracterização de frutos e árvores de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) no sudeste do estado de Goiás, Brasil.

Revista Brasileira de Fruticultura, v. 23, n. 2, p. 330-334. 2001.

WADT, L. H. O.; KAINER, K. A. Domesticação e melhoramento da castanheira.

In: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. (Ed.). **Domesticação e melhoramento**: espécies amazônicas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. Cap. 15, p. 297-317.

WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; CARTOXO, C. B. C.; NUNES, G. M.; LEITE, F. M.

N.; SOUZA, J. M. L.; SILVA, D. A. P. G.; SOUSA, M. M. M. **Manejo da castanheira (*Bertholletia excelsa*) para produção de castanha-do-brasil**. Rio Branco, AC: Secretaria de Extrativismo e Produção Familiar, 2005. p. 08-09.

Distribuição espacial de populações de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) no estado do Amazonas

Thais Carla Vieira Alves¹

Kátia Emídio Silva²

Ana Lorena da Silva Aguiar¹

Resumo – Avaliou-se o padrão de distribuição espacial de castanheira-do-brasil em quatro castanhais nativos no estado do Amazonas, utilizando a função K de Ripley, caso univariado. Os resultados indicaram que o padrão predominante para as quatro áreas foi o aleatório, mas com configurações diferenciadas, ocorrendo o padrão regular no intervalo de raio de 155 m a 170 m na Resex do Rio Unini. Por isso, estudos sobre processos geradores da distribuição espacial devem ser conduzidos, a fim de auxiliar na identificação de fatores bióticos e abióticos geradores de tais padrões.

Termos de indexação: Função K de Ripley, padrão espacial, castanha-do-brasil.

¹Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheira florestal, D.Sc. em Ciência Florestal, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Spatial distribution of brazil nut tree's (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) populations in the Amazonas state

Abstract – It was studied the spatial distribution of Brazil nut in four native “castanhais” of Amazonas State, using Ripley's K function considering the univariate case. The results indicated that the predominant pattern for the four studied areas was the random, but with different configurations, as observed for the Resex do Rio Unini, in the range from 155 to 170, with regular pattern. Therefore, studies about the generating processes of the spatial distribution should be conducted in the future in order to help to identify biotic and abiotic factors that generate such spatial point patterns.

Index terms: Ripley's K function, spatial pattern, Brazil nut.

Introdução

A espécie *Bertholletia excelsa* Bonpl., popularmente conhecida como castanheira-do-brasil, é considerada árvore símbolo da região Amazônica, por sua importância social, ecológica e econômica. A coleta da semente, um produto florestal não madeireiro (PFNM), é fonte de renda para muitas famílias agroextrativistas na Amazônia (Wadt; Kainer, 2009). Informações sobre a estrutura espacial da espécie contribuem para o entendimento da dinâmica e ecologia de populações, com relevantes informações para o manejo dos castanhais, em especial na avaliação da estabilidade das populações e auxílio na identificação de fatores bióticos e abióticos geradores de padrões de distribuição (Souza; Silva, 2006). Dentre os métodos para análise do padrão espacial, destaca-se a função K de Ripley, que é uma estatística descritiva do padrão espacial, analisado em diferentes escalas, sendo conhecidas as coordenadas do objeto de estudo (Caprets, 2004; Silva et al., 2012). Este trabalho objetiva identificar o padrão de distribuição espacial de castanheiras em quatro castanhais nativos no estado do Amazonas.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em quatro áreas: 1) Comunidade Uixi – Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Piagaçu-Purus, município de Anori; 2) Comunidade Lago das Pedras – Reserva Extrativista (Resex) do Rio Unini, em Barcelos; 3) Comunidade Jutica, município de Tefé; e 4) Comunidade Jatuarana, Manicoré. Seguindo o guia metodológico do Projeto Kamukaia (Guedes et al., 2017), em cada uma das áreas foi instalada uma parcela de 300 m x 300 m, em que todos os indivíduos de castanheira com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 10 cm foram marcados, inventariados e tiveram suas coordenadas UTM-WGS84 registradas.

Para análise dos dados foram utilizados o software R e os pacotes Maptools, sp, foreign, rgdal e Spatstat. Utilizou-se a função K de Ripley (Ripley, 1977), testando-se a distribuição observada em relação à completa aleatoriedade espacial (CAE) em função univariada (Baddeley, 2010). A CAE foi verificada pelo teste de Monte Carlo com simulações simultâneas, criando-se, assim, envelopes críticos a 95% de probabilidade, por meio de valores máximos e mínimos calculados pela função K para cada simulação e para cada escala de distância.

Resultados

Na RDS Piagaçu-Purus, Anori, foram amostrados 28 indivíduos, com densidade de 3,1 indivíduos por hectare. Os valores médios de DAP e altura comercial são iguais a 127,4 cm e 21,4 m, respectivamente. Observou-se que 85% dos indivíduos encontram-se na classe de diâmetro de 100 cm a 150 cm. A hipótese de CAE não foi rejeitada, predominando o padrão espacial aleatório em todos os valores da escala de análise, conforme Figura 1.

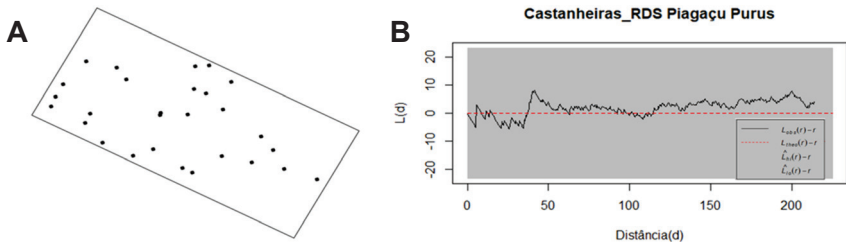


Figura 1. (A) Distribuição espacial de *Bertholletia excelsa*; e (B) Padrão de distribuição espacial, função K de Ripley transformada $L(r) - r$, em Anori.

Na Resex do Rio Unini, município de Barcelos, foram amostrados 97 indivíduos, com densidade de 10,7 indivíduos por hectare. Valores médios de DAP e altura comercial foram de 46,39 cm e 13,93 m, respectivamente. A maioria dos indivíduos (64%) possui de

10 cm a 50 cm de DAP. O padrão de distribuição espacial mostrou tendência bastante diferenciada em relação às outras localidades, conforme Figura 2. Apesar disso, essa tendência não foi diferente do padrão aleatório até a escala de aproximadamente 150 m de raio. De 155 m a 170 m, observou-se o padrão regular na ocorrência de castanheiras. Após isso, a curva retorna para os limites do envelope, com distribuição aleatória.

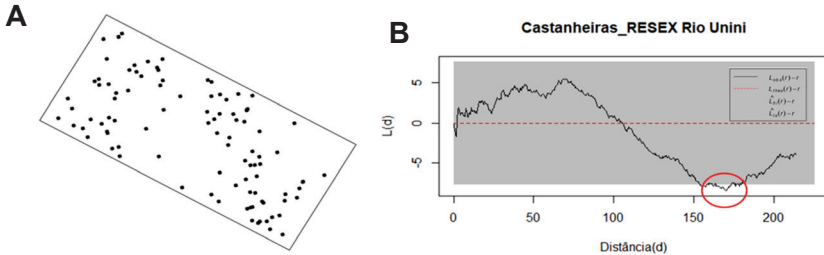


Figura 2. (A) Distribuição espacial de *Bertholletia excelsa*; e (B) Padrão de distribuição espacial, função K de Ripley transformada $L(r) - r$, em Barcelos, com destaque para a saída da curva do envelope da CAE.

Na Comunidade Jatuarana, Manicoré, foram amostrados 20 indivíduos, com densidade de 2,2 indivíduos por hectare. Os valores médios de DAP e altura comercial são iguais a 137,99 cm e 20,44 m, respectivamente. Observou-se que a maioria dos indivíduos (35%) se encontra na classe de diâmetro de 150 cm a 200 cm. O padrão espacial predominante foi o aleatório, conforme Figura 3.

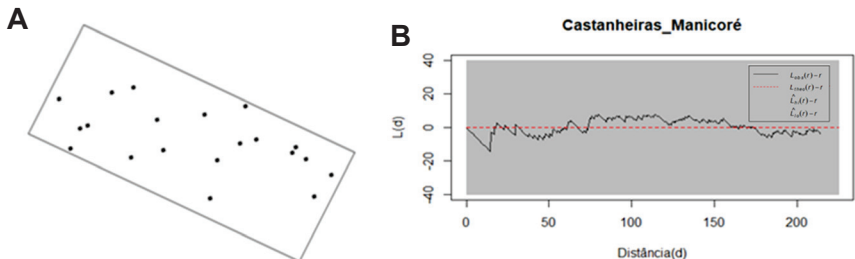


Figura 3. (A) Distribuição espacial de *Bertholletia excelsa*; e (B) Padrão de distribuição espacial, função K de Ripley transformada $L(r) - r$, em Manicoré.

Por fim, na Comunidade Jutica, Tefé, foram amostrados 42 indivíduos, com densidade igual a 4,6 indivíduos por hectare. Os valores médios de DAP e altura comercial são iguais a 49,69 cm e 12,94 m, respectivamente. A maioria dos indivíduos (71%) possui de 10 cm a 50 cm de DAP. O padrão espacial observado foi o aleatório em todos os valores da escala de análise, conforme mostrado na Figura 4.

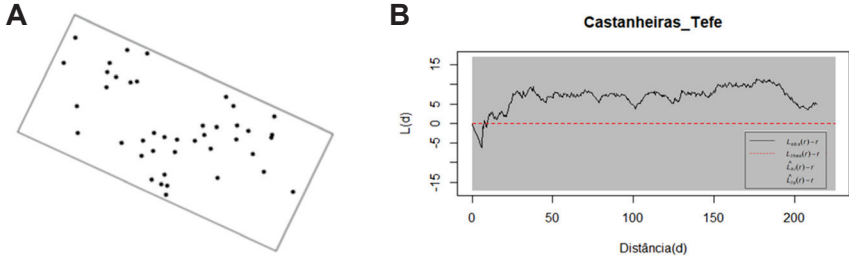


Figura 4. (A) Distribuição espacial de *Bertholletia excelsa*; e (B) Padrão de distribuição espacial, função K de Ripley transformada $L(r) - r$, em Tefé.

Discussão

Apesar de o padrão predominante ser o aleatório para todas as áreas, a Resex do Rio Unini, Barcelos, mostrou configuração bastante diferenciada, apresentando, em determinado intervalo de raio, padrão regular, que, segundo Armesto et al. (1986), é considerado raro em espécies de floresta tropical. Porém Tonini et al. (2008), ao analisarem dois castanhais em Roraima, verificaram que os indivíduos de castanheira adultos apresentaram padrão regular ou aleatório, já os mais jovens apresentaram tendência ao agrupamento. Barros (1986) também observou o padrão aleatório para a espécie em Curuá-Una (Pará). O histórico de ação antrópica (roçados), presente em uma pequena parte da parcela permanente da Resex do Rio Unini, pode ser um fator que tenha influenciado na configuração do padrão observado, uma vez que clareiras aceleram o amadurecimento das plântulas. A castanheira, por ser espécie heliófita, tem o recrutamento de novos

indivíduos intensificado com os roçados (Scoles; Gribel, 2011), favorecendo a regeneração nas áreas mais próximas às comunidades humanas.

Conclusões

Após a realização deste estudo, pode-se concluir que, nas quatro áreas analisadas, predomina o padrão aleatório, embora com configurações bastante diferenciadas, segundo a função K de Ripley. Além disso, novos estudos devem ser conduzidos para entender os processos geradores da distribuição espacial de *B. excelsa*.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela bolsa concedida.

Referências

ARMESTO, J. J.; MITCHELL, J. D.; VILLAGRAN, C. A. comparison of spatial patterns of trees in some tropical and temperate forests. **Biotropica**, v. 18, p. 1-11, 1986.

BADDELEY, A. **Analyzing Spatial Point Patterns in R**. CSIRO and University of Western Australia. Workshop Notes 4.1. 2010. Disponível em: <https://research.csiro.au/software/wpcontent/uploads/sites/6/2015/02/Rspatialcourse_CMIS_PDF-Standard>. Acesso em: 21 maio 2018.

BARROS, P. L. C. **Estudos fitossociológicos de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá-Una, Amazônia brasileira**. Curitiba: Paraná, 1986. 147 p. Originalmente apresentada como tese de Doutorado à UFPR, 1986.

CAPRETS, R. L. **Análise dos padrões espaciais de árvores em quatro formações florestais do estado de São Paulo, através de análises de segunda ordem, com função K de Ripley**. Piracicaba: São Paulo, 2004. 93p. Originalmente apresentada como dissertação de Mestrado à ESALQ, 1994.

GUEDES, M. C.; TONINI, H.; WADT, L. H. O.; SILVA, K. E. Instalação e medição de parcelas permanentes para estudos com produtos florestais não madeireiros. In: WADT, L. H. de O.; SANTOS, L. M. H.; BENTES, M. P. de M.; OLIVEIRA, V. B. V. (Ed.). **Produtos florestais não madeireiros: guia metodológico da Rede Kamukaia**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 13-32.

RIPLEY, B. D. Modelling spatial patterns. **Journal of the Royal Statistic Society**, v. 39, n. 2, p. 172-212, 1977.

SCOLES, R.; GRIBEL, R. Population structure of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) stands in two areas with different occupation histories in the Brazilian Amazon. **Human Ecology**, v. 39, n. 4, p. 455-464, 2011.

SILVA, K. E.; MARTINS, S. V.; SANTOS, N. T.; RIBEIRO, C. A. A. S. Padrões espaciais de espécies arbóreas tropicais. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: UFV, 2012. p. 326-354.

SOUZA, V. L.; SILVA, O. A. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Stryphnondendron adstringens* (Mart.). Coville em cerrado da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. **Holos Environment**, v. 6, p. 55-69, 2006.

TONINI, H.; COSTA, P.; KAMINSKI, P. E. Estrutura e produção de duas populações nativas de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* O. Berg) em Roraima. **Floresta**, v. 38, n. 3, jul./set. 2008.

WADT, L. H. de O.; KAINER, K. A. Domestication and breeding of the Brazil nut tree. In: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R.; NODA, H. (Ed.). **Domestication and breeding: Amazonian species**. Viçosa, MG: UFV, 2009. Cap. 15. p. 297-317.

Melhoramento Genético

Geração de novos clones de seringueira por meio de polinização controlada

Izabella Saballa do Nascimento¹

Everton Rabelo Cordeiro²

Resumo – Apesar de a seringueira (*Hevea brasiliensis*) ser nativa do Brasil, este contribui somente com 1,44% da produção mundial, e a região Amazônica com menos de 1% na produção nacional. Na região Norte, isso decorre da atuação do patógeno causado pelo fungo *Microcyclus ulei*, que provoca a morte da planta. Este trabalho teve como objetivo gerar cultivares de seringueira produtivas e resistentes a *M. ulei*, a partir de híbridos pré-estabelecidos e resistentes ao patógeno. Foram realizadas 391 polinizações controladas alcançando a taxa de 3,32% de frutificação e 63,88% de germinação; as plântulas mantidas em casa de vegetação foram submetidas às avaliações, e concluiu-se que os cruzamentos realizados nos clones C 06 e C 45 apresentaram os melhores resultados de compatibilidade e maior

¹Bolsista de Iniciação Científica, Pibic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Agronomia (Fitotecnia), pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

vigor quanto ao crescimento em altura e diâmetro, respectivamente 59,9 cm e 0,60 cm, com oito lançamentos foliares aos 120 dias.

Termos de indexação: mal das folhas, melhoramento, *Microcyclus ulei*.

Generation of new seringuean clones through controlled pollination

Abstract – Although the rubber tree (*Hevea brasiliensis*) is native to Brazil, the country contributed with only 1.44% of world production, and the Amazon region, which was a pioneer in the cultivation of rubber trees, now contributes less than 1% of the country's production. In the northern region the heveiculture was not successful because the fungus *Microcyclus ulei*, which severely attacks the leaves leading to the tree to death. The objective of this work was to generate cultivars of rubber that are productive and resistant to the *M. ulei*, from hybrids previously established in previous studies, in which they showed resistance to the pathogen. A total of 391 controlled pollinations were carried out at a rate of 3.32% of fruiting and 63.88 % of germination the seedlings kept in greenhouse were submitted to the evaluations and it was concluded that the crosses made in clones C 06 and C 45 showed the best compatibility results and increased vigor for growth in height and diameter, respectively 59.9 cm, 0.60 cm, with 8 leaf launches at 120 days.

Index terms: south american leaf blight, breeding, *Microcyclus ulei*.

Introdução

No final do século XIX, a região Amazônica foi o maior polo de extração e exportação de látex do mundo. A borracha passou a ter a devida importância para o mundo moderno após a descoberta do processo de vulcanização, por Charles Goodyear, a partir de 1839. O látex extraído da seringueira é fonte de matéria-prima para mais de 40 mil produtos, inclusive 400 dispositivos médicos (Mooibroek; Cornish, 2000).

No entanto, em 1876, foram contrabandeadas 70 mil sementes da região de Boim, no Pará, para Londres, e as plântulas oriundas dessas sementes foram, posteriormente, transportadas para o atual Sri Lanka e a Malásia, expandindo o cultivo no Sudeste da Ásia (Gonçalves et al., 1983), onde não sofrem as ações da principal enfermidade da seringueira, o mal das folhas, causada pelo fungo *M. ulei* (Camargo, A.; Camargo, M., 2008). Segundo Gasparotto e Pereira (2012), o fungo é altamente ameaçador por ser de rápida disseminação, ter alta capacidade de causar danos severos e ser de difícil controle, provocando desfolhamentos sucessivos, levando ao esgotamento energético das plantas, deixando-as vulneráveis a outras doenças da região e causando secamento dos terminais de hastes e de galhos e, conseqüentemente, morte descendente. O insucesso do plantio da seringueira em Fordlândia e Belterra, no estado do Pará, pela Companhia Ford, determinou o início das pesquisas com o melhoramento da cultura, resultando na criação dos primeiros clones brasileiros (Paiva; Gonçalves, 1989).

Apesar de a seringueira ser nativa do Brasil, o País contribuiu em 2016 com apenas 1,44% da produção mundial (Brasil, 2018) para atender seu consumo de 350 mil toneladas, importando 60% do total (Brasil, 2018). A região Amazônica, que foi pioneira no cultivo da seringueira, hoje contribui com menos de 1% da produção do País (Brasil, 2018). Assim, o objetivo deste trabalho foi gerar clones de seringueira por meio da polinização controlada entre híbridos pré-

-estabelecidos em trabalhos anteriores, além de gerar, avaliar e selecionar as plântulas em estruturas edáficas de ambiente controlado.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, Km 29. Foram realizados cruzamentos por meio de polinização controlada entre as espécies de seringueira *H. brasiliensis*, *H. pauciflora*, *H. guianensis*, *H. nitida* e *H. rigidifolia*, especificamente entre híbridos de seringueira pré-estabelecidos a partir de trabalhos anteriores que comprovaram ser esses híbridos resistentes ao fungo *M. ulei*, além de apresentarem excelente potencial de produção de borracha seca, mesmo nas condições climáticas e de solos de terra firme da Amazônia Tropical Úmida (Moraes, V.; Moraes, L., 2008; Cordeiro et al., 2011).

A metodologia adotada foi a técnica de polinização manual utilizada por Dijkman (1951), na qual foi feita a emasculação das flores masculinas das inflorescências dos galhos do paternal genitor feminino, e somente as flores femininas que estavam amadurecidas e fechadas foram utilizadas no processo de polinização. As polinizações foram realizadas no período de agosto a dezembro de 2017, período em que ocorreu a floração; e na parte da manhã, entre 8h e 11h. Antes do amadurecimento, 3 a 4 meses após as polinizações, os frutos foram ensacados com o objetivo de preservar a legitimidade das sementes. Quando o fruto alcançou maturação, as sementes obtidas por polinização controlada foram semeadas em sacos de polietileno e mantidas em casa de vegetação. As plântulas foram submetidas às avaliações preliminares de vigor e crescimento, em que foi medida a altura da base da planta ao ápice caulinar, com o uso da trena, e o diâmetro na altura de 6,0 cm, com o uso do paquímetro, de 20 em 20 dias. Após as primeiras avaliações, as mudas passaram pela primeira etapa de seleção quanto a vigor e resistência à doença, eliminando-se indivíduos raquíticos e/ou suscetíveis ao fungo *M. ulei*.

Resultados

No total foram realizadas 391 polinizações. Efetuaram-se 24 cruzamentos, sendo eles: C 78 x C 78; C 13 x C 13; C 78 x C 06; C 45 x C 01; C 01 x C 45; C 06 x C 78; C 77 x C 45; C 13 x C 45; C 13 x CNS AM 6590; C 45 x C06; C 98 x C 45; C 98 x C 06; C 06 x C 13; CBA 2 x C 45; C 06 x C 107; C 06 x *H.nitida*; CBA 2 x *H. nitida*; *H. nitida* x C 45; C 45 x C 18; C 80 x CNS AM 116; C 80 x C 118; C 06 x C 01; C 45 x *H. nitida*; e C 06 x C 45. Desses cruzamentos foram obtidos 14 frutos: um de C 06 x C 78; um de C 13 x CNS AM 6590; um de C 06 x C 07; um de C 06 x C 01; um de C 45 x *H. nitida*; um de C 06 x C 13; sete de C 06 x C 45; e um de *H. nitida* x C 45. Houve ocorrência de frutos sem sementes e de sementes sem presença do embrião, totalizando 36. A taxa de frutificação foi de 3,32%. O maior número de frutos obtidos foi resultante de polinizações que foram efetuadas no mês de agosto, mês este que apresentou menor número de precipitações no ano de 2017. A taxa de germinação das sementes foi de 63,88%. Destas, 23 germinaram e foram mantidas em casa de vegetação.

A maior plântula foi obtida no cruzamento de C 06 x C 79, que alcançou 56,5 cm de altura, 0,56 cm de diâmetro com cinco lançamentos foliares, e a menor plântula foi obtida do cruzamento entre *H. nitida* x C 45, que mediu 15,2 cm de altura, 0,32 cm de diâmetro com três lançamentos foliares. No entanto, ao fazer a comparação entre a maior e a menor planta e a média dos fatores altura, diâmetro e lançamentos foliares, o cruzamento C 06 x C 45 foi o que apresentou maior vigor de crescimento, estando seus resultados, em sua maioria, acima da média, que era 33,95 cm para altura, 0,41 cm para diâmetro e 6,3 para lançamentos foliares. Das 23 plântulas obtidas uma morreu e as 22 restantes estão sendo mantidas em casa de vegetação para análises posteriores.

Foi realizada a primeira etapa de seleção em que foram eliminados quatro indivíduos, sendo eles: C 06 x C 45/5; C 06 x C 45/15;

C 06 x C 79/18; *H. nitida* x C 45/28 por se apresentarem raquíticos, e o cruzamento C 06 x C 79/19 apresentou sintomas do mal das folhas, no entanto demonstrou resistência.

Discussão

Attanayake e Dharmaratne (1984) realizaram polinizações no período da manhã, antes da antese das flores femininas e das flores masculinas, entre 9h30 e 11h30, e polinizações no período da tarde, depois da antese das flores, entre 12h e 15h, em que os melhores resultados foram das polinizações controladas realizadas no período da tarde, atingindo taxa de frutificação de 15,94%; enquanto que nas polinizações realizadas de manhã alcançaram taxa de frutificação de 5,28%. O mesmo experimento foi repetido por Sedgley e Attanayake (1988), que reafirmaram que a polinização à tarde é mais eficiente do que o método atual de polinização manual pela manhã, havendo a possibilidade de o pólen não atingir sua plena viabilidade após a remoção prematura da flor masculina. Os autores enfatizam também a importância da destreza do polinizador para que a coluna estaminal seja transferida com o mínimo de perturbação para a flor feminina.

Em estudo realizado por Hamzah et al. (2002), ao usarem somente um clone como progenitor masculino no cruzamento com outros três clones como progenitores femininos, pode-se perceber que há flores femininas "receptivas" que favorecem a fertilização bem-sucedida, que têm pistilos propícios ao crescimento do tubo polínico, além de alta propensão para a fertilização de todos os seus três óvulos; enquanto que há flores "não receptivas", que tendem a permanecer não fertilizadas mesmo quando polinizadas à mão, porém, neste trabalho, não foi avaliado esse aspecto, sendo assim uma especulação do que pode ter influenciado a taxa de frutificação alcançada.

Recomenda-se que seja realizado desbaste aos 3 meses, para eliminação de planta que se apresentar pouco vigorosa, excluindo-se

a mais fraca do grupo em função das variações de fertilidade locais que possam comprometer a uniformidade do plantio definitivo, que é um dos fatores mais importantes para a alta produtividade de borracha por hectare (Moraes, V.; Moraes, L., 2008). As demais plântulas estão sendo mantidas em casa de vegetação para análises posteriores e continuidade do trabalho.

Conclusão

Os cruzamentos realizados nos clones C 06 e C 45 apresentaram os melhores resultados de compatibilidade e maior vigor quanto ao crescimento em altura e diâmetro, respectivamente 59,9 cm e 0,60 cm, com oito lançamentos foliares aos 120 dias.

Agradecimentos

Agradeço a Deus; aos meus pais; ao CNPq, pelo incentivo à iniciação científica e pela bolsa concedida; à Embrapa; ao meu orientador, Everton Cordeiro; ao técnico Francisco Exgidras, que me acompanhou e contribuiu com o meu desenvolvimento em campo.

Referências

ATTANAYAKE, D. P. S. T. G.; DHARMARATNE, S. C. Preliminary observations on flowering, pollen germination and fruit set in *Hevea species*. **Journal of Rubber Research Institute of Sri Lanka**, v. 62, p. 41-46, 1984.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio e Desenvolvimento. Disponível em: <<https://borrachanatural.ag.br/cms/zip/estatisticas/tab201.php>>. Acesso em: 16 maio 2018.

CAMARGO, A. P. D.; CAMARGO, M. B. P. Aptidão climática da heveicultura no Brasil. In: ALVARENGA, A. de P.; CARMO, C. A. F. S. (Ed.). **Seringueira**. Viçosa, MG,: EPAMIG, 2008. p. 894.

CORDEIRO, E. R.; MORAES, L. A. C.; MOREIRA, A.; MORAES, V. H. de F. Parâmetros genéticos para produção de borracha em clones de copa de seringueira na Amazônia Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. **Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil**. [Búzios]: SBMP, 2011. 1 CD-ROM.

DIJKMAN, J. **Hevea thirty years of research in Far East**. Coral Gables: University of Miami, 1951. 329 p.

GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. **Doenças da seringueira no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 255 p.

GONÇALVES, P. D. S.; PAIVA, J. R. D.; SOUZA, R. A. **Retrospectiva e atualidade do melhoramento genético da seringueira (*Hevea spp.*) no Brasil e em países asiáticos**. Manaus: EMBRAPA-CNPDS, 1983.

HAMZAH, S.; CHAN, J. L.; YEANG, H. Y. Pollen tube growth and fruit-set success in *Hevea brasiliensis* hand-pollination influenced by the choice of clone and female flower. **Euphytica**, v. 123, n. 1, p. 1-8, Jan. 2002.

MORAES, V. H. de F.; MORAES, L. A. C. Desempenho de clones de copa de seringueira resistentes ao mal-das-folhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1495-1500, nov. 2008.

PAIVA, J. R. de; GONÇALVES, P. de S. **Eficiência do Programa de Melhoramento da Seringueira no Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê - nove anos de experiências**. Manaus: EMBRAPA-CNPDS, 1989. 41 p. (EMBRAPA-CNPDS. Boletim de Pesquisa, 2).

SEDGLEY, M.; ATTANAYAKE, D. P. S. T. G. The breeding system of rubber (*Hevea brasiliensis*): an evaluation of controlled hand pollination methods. **Euphytica**, v. 39, p. 83-91, 1988.

Piscicultura

Avaliação das respostas fisiológicas de tambaquis alimentados com resíduos de bananeira

Thayssa Larrana Pinto da Rocha¹

Thyssia Bomfim Araújo-Dairiki²

Ligia Uribe Gonçalves³

Cheila de Lima Boijink⁴

Jony Koji Dairiki⁵

Resumo – Para uma produção sustentável é primordial utilizar os resíduos gerados por uma atividade agropecuária e, desta forma, surge a presente proposta, que avaliou os resíduos da bananicultura da cultivar BRS Conquista (folhas, coração e engaço) na nutrição e nas respostas fisiológicas do tambaqui. Níveis de inclusão de 0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50% desses resíduos foram adicionados às formulações de ração para o atendimento da exigência nutricional dos juvenis de tambaqui. Houve diferenças significativas nas respostas fisiológicas. As mais relevantes foram associadas aos tratamentos

¹Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheira de pesca, D.Sc. em Aquicultura, Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manacapuru, AM.

³Zootecnista, D.Sc. em Zootecnia, pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM.

⁴Bióloga, D.Sc. em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁵Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

que utilizaram farelo de engaço de bananeira, em que a inclusão de níveis elevados proporcionou alterações fisiológicas, como o aumento do número de eritrócitos com menor VCM e a diminuição da glicose sanguínea, especialmente com a inclusão máxima de 50%. No âmbito do desempenho zootécnico, o farelo de engaço de bananeira apresentou os piores resultados, e, com a complementação das respostas fisiológicas negativas, não se recomenda o uso desse ingrediente. Em contrapartida, os farelos de coração e folhas de bananeira podem suplementar a dieta dessa espécie de peixe em até 20%.

Termos de indexação: BRS Conquista, *Colossoma macropomum*, cultivar Thap Maeo.

Evaluation of physiological responses of tambaquis fed with the residues of banana

Abstract – For a sustainable production, it is essential to use the residues generated by an agricultural activity and, in this way, the present proposal that evaluated the residues of banana cultivation BRS Conquista (leaves, heart and stalk) in the nutrition and the physiological responses of tambaqui. Levels of inclusion of 0%, 10%, 20%, 30%, 40% and 50% of these residues were added in the formulations of rations to meet the nutritional requirement of tambaqui juveniles. There were significant differences in physiological responses. The most relevant were associated with treatments using banana stalk meal in which the inclusion of high levels provided physiological changes such as the increase in the number of erythrocytes with lower MCV and the decrease of blood glucose, especially with a maximum inclusion of 50%. In the scope of zootechnical performance, the banana stalk meal presented the worst results and with the complementation of the negative physiological responses, it is not recommended to use this ingredient. In contrast, banana heart meal and banana leaves meal can supplement in the diet of this species of fish by up to 20%.

Index terms: BRS Conquest, *Colossoma macropomum*, Thap Maeo cultivate.

Introdução

A produção de banana no estado tem retomado o crescimento, devido à utilização de cultivares resistentes às principais doenças e à difusão de tecnologias produzidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (Pereira; Gasparotto, 2008). As folhas, o coração e o engaço da bananeira são considerados resíduos cujo aproveitamento na alimentação de caprinos e ovinos é difundido (Batatinha et al., 2004; Nogueira et al., 2009; Oliveira et al., 2010). O onívoro tambaqui, *Colossoma macropomum*, é a principal espécie de peixe nativa produzida em âmbito nacional, e sua produção no estado é relevante e contribui para o fornecimento de um alimento saudável e demandado pela população (Associação Brasileira de Piscicultura, 2018). O crescimento é o critério mais importante e comumente utilizado para medir a resposta dos peixes às dietas e aos ingredientes experimentais. Esse crescimento pode ser medido como ganho em peso ou como taxa de crescimento (Fracalossi et al., 2012). A complementariedade pode ser realizada por meio de avaliações fisiológicas, particularmente em peixes confinados, em que a qualidade e a quantidade da dieta influenciam significativamente nas variáveis hematológicas (Tavares-Dias; Moraes, 2004). A análise hematológica em peixes pode ser resumida basicamente a eritogramas (número de eritrócitos, hematócrito, concentração de hemoglobina, volume corpuscular médio – VCM e concentração de hemoglobina corpuscular médio – CHM) e leucogramas (número de leucócitos totais e contagem diferencial deles). A mensuração desses parâmetros é essencial para averiguar a higidez dos animais experimentais, uma vez que, além do desempenho zootécnico, os peixes precisam apresentar condições sadias e de baixo nível de estresse. O objetivo desta atividade foi avaliar as respostas fisiológicas de tambaquis alimentados com resíduos de bananeira.

Material e Métodos

Os materiais folhas, corações e engaços da cultivar BRS Conquista foram oriundos de um produtor comercial e parceiro da Embrapa Amazônia Ocidental. Esses materiais foram secos em estufa de secagem em circulação fechada em temperatura de aproximadamente 55 °C por 24 horas e posteriormente moídos em moinho de facas para a obtenção do farelo. O experimento foi conduzido em um viveiro de alvenaria de 22 m² da Estação Experimental de Piscicultura do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa). O ensaio foi conduzido em delineamento estatístico inteiramente aleatorizado (DIA) em esquema fatorial 3 (folha, engaço e coração de bananeira) x 6 níveis de inclusão (0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50%) x 3 repetições. As unidades experimentais foram constituídas por lotes de juvenis de tambaqui (dez peixes por gaiola de 60 L com peso médio inicial de 3,9 g e comprimento médio inicial de 5 cm). Os peixes foram alimentados por 60 dias com rações extrusadas isoproteicas e isoenergéticas (30% de proteína bruta e 3.894 kcal/kg de energia bruta) até a saciedade aparente, diariamente, em duas refeições (8h e 16h). Os parâmetros de qualidade da água, como pH, oxigênio dissolvido e temperatura, foram medidos por meio dos aparelhos oxímetro e potenciômetro. Além disso, foram monitorados periodicamente os níveis de amônia, nitrito, alcalinidade e dureza da água.

No final do período experimental foram avaliadas as respostas fisiológicas seguindo este procedimento: após o período experimental de alimentação com as rações, os peixes foram retirados das unidades experimentais e anestesiados. Imediatamente após a anestesia foi realizada a coleta de sangue de cinco animais por unidade experimental, por punção da veia caudal. Alíquotas de sangue foram centrifugadas a 12.000 rpm por 3 minutos para separação do plasma. Determinações colorimétricas de glicose (Trinder, 1969) e proteína (Kruger, 1994) no plasma foram realizadas. Íons plasmáticos de Na e K foram determinados em fotômetro de chama. A concentração de cloreto no plasma foi de acordo com American Public Health Associa-

tion (1980). Outras alíquotas de sangue foram submetidas às determinações de hematócrito (HTC); hemoglobina total (HGB); contagem de eritrócito (ERI). Foram calculados os índices hematimétricos de Wintrobe, como o volume corpuscular médio (VCM), a hemoglobina corpuscular média (HCM) e a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias Tukey ($\alpha=5\%$) por meio do uso do sistema computacional SAS (SAS Institute Inc., 2006).

Resultados

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética para Uso de Animais (Ceua) da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas, Brasil (número de protocolo: 01/2017). Os principais parâmetros médios de qualidade de água foram: oxigênio dissolvido (6,5 mg/L), pH (7,0), temperatura (27,5 °C) e transparência (34 cm). Todos esses valores se encontram na faixa de conforto para a espécie e não influenciaram o desempenho zootécnico. Houve diferenças significativas nas respostas fisiológicas e nos índices hematimétricos dos juvenis de tambaqui alimentados com os níveis de inclusão dos farelos de coração, engaço e folhas de bananeira.

As respostas mais significativas foram atribuídas ao farelo de engaço. Neste caso, além do pior desempenho zootécnico, foram observadas alterações nas respostas fisiológicas e nos índices hematimétricos. Por exemplo, houve diferença na contagem dos eritrócitos (ERI) e no volume corpuscular médio (VCM) ao se comparar as maiores inclusões do farelo de engaço com o tratamento controle (0%). Essas diferenças podem inferir alterações fisiológicas que podem explicar o pior desempenho dos animais alimentados com os níveis de 40% e 50% de farelo de engaço (Figura 1A e 1B).

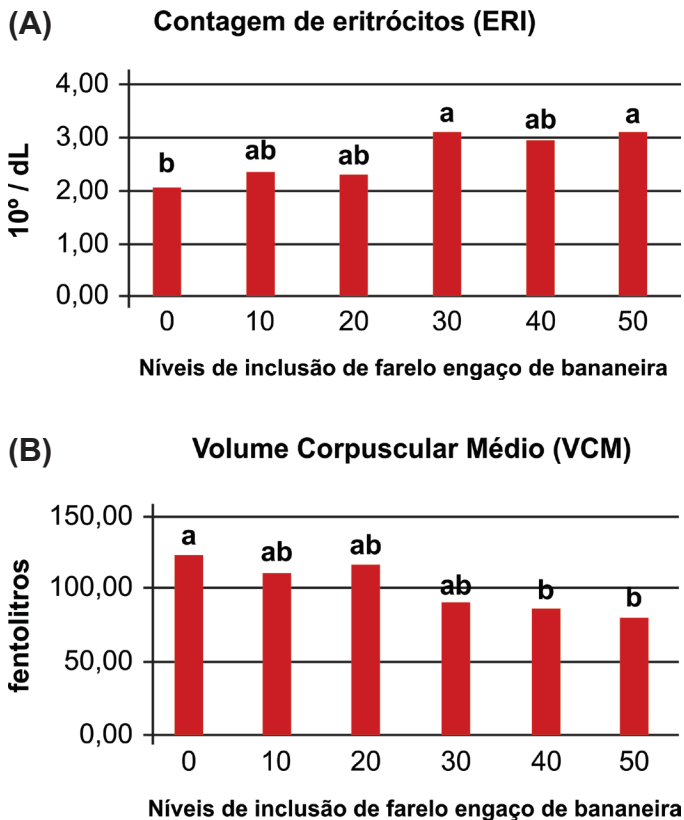


Figura 1. (A) Contagem de eritrócitos (ERI) e (B) volume corpuscular médio (VCM) de juvenis de tambaqui alimentados com níveis de inclusão de farelo de engaçado de bananeira.

Discussão

Em comparação com os resultados da presente pesquisa, Garcia et al. (2016) não observaram alterações fisiológicas em juvenis de tambaqui (peso médio de 13,68 g \pm 0,17g) alimentados com farinha de folha de bananeira e concluíram que esse ingrediente pode substituir o milho em até 66%, correspondendo a 19,8% de inclusão na ração. Esse valor está próximo do nível máximo de inclusão dos fare-

los de coração e folha de bananeira, que foi de 20%. As alterações fisiológicas, apresentadas especialmente nos peixes alimentados com farelo de engaço de bananeira, podem inferir sinais de estresse ou rejeição aos taninos presentes nesse ingrediente. Vale ressaltar que as respostas fisiológicas geram importantes informações que podem explicar com maior acurácia eventos relacionados, como, por exemplo, uma prática de manejo ou a inclusão de um ingrediente ou suplemento na ração (Inoue et al., 2011; Yoshioka et al., 2016).

Conclusões

Considerando os resultados do desempenho zootécnico e as respostas fisiológicas avaliadas no presente trabalho, recomenda-se a inclusão máxima de farelo de coração e de folhas de bananeira de até 20%. Pelos piores resultados vinculados ao desempenho zootécnico e às alterações fisiológicas observadas não se recomenda o uso do farelo de engaço de bananeira na nutrição de juvenis de tambaqui.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela concessão da bolsa de estudo. Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e à Embrapa, pelo uso do seu espaço físico e pela chance de aprendizado.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for determinations of water and wastes**. 12. ed. Washington, DC: Join Editorial Board, 1980. 198 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário peixe BR da piscicultura**. São Paulo, 2018. 71 p.

BATATINHA, M. J. M.; SANTOS, M. M.; BOTURA, M. B.; ALMEIDA, G. M.; DOMINGUES, L. F.; ALMEIDA, M. A. O. Efeitos in vitro dos extratos de folhas de *Musa cavendishii* Linn. e de sementes de *Carica papaya* Linn. sobre culturas de larvas de nematódeos gastrintestinais de caprinos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 7, n. 1, p. 11-15, 2004.

FRACALLOSSI, D. M.; RODRIGUES, A. P. O.; SILVA, T. S. C.; CYRINO, J. E. P. Técnicas experimentais em nutrição de peixes. In: FRACALLOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. (Ed.). **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. p. 37-63.

GARCIA, J. de S.; BOIJINK, C. de L.; DAIRIKI, J. K. Respostas fisiológicas do tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentado com rações contendo farinha de folha de bananeira (*Musa* sp.). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 12., 2015, Manaus. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 93-94.

INOUE, L. A. K. A.; BOIJINK, C. L.; RIBEIRO, P. T.; SILVA, A. M. D.; AFFONSO, E. G. Avaliação de respostas metabólicas do tambaqui exposto ao eugenol em banhos anestésicos. **Acta Amazônica**, v. 41, n. 2, p. 327-332, 2011.

KRUGER, N. The Bradford method for protein quantification. **Methods in Molecular Biology**, v. 32, p. 9-15, 1994.

NOGUEIRA, D. M.; NASCIMENTO, T.; ARAÚJO, M. M. Utilização de folhas de bananeira no controle de nematódeos gastrintestinais de ovinos na Região Semiárida. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 2767-2771, 2009.

OLIVEIRA, L. N.; DUARTE, E. R.; NOGUEIRA, F. A.; SILVA, R. B.; FARIA FILHO, D. E.; GERASEEV, L. C. Eficácia de resíduos da bananicultura sobre a inibição do desenvolvimento larval em *Haemonchus* spp. provenientes de ovinos. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 488-490, 2010.

PEREIRA, J. C. R.; GASPAROTTO, L. **BRS Conquista**: nova cultivar de bananeira para o agronegócio da banana no Brasil. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008. 2 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado Técnico, 60).

SAS INSTITUTE INC. **Base SAS® 9.1.3 Procedures Guide**. 2nd ed. Cary, NC. 2006. v. 1-4.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. de. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: M. Tavares-Dias, 2004. 144 p.

TRINDER, P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. **Analytical Clinical Biochemistry**, v. 6, p. 24-27, 1969.

YOSHIOKA, E. T. O.; MARINHO, R. das G. B.; HOSHINO, M. D. F. G.; LOPES, J. R. T. Respostas fisiológicas de pirarucu ao probiótico *Bacillus subtilis* (Cohn 1872). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, 7., 2016, Belo Horizonte. **O uso da água com ciência**: resumos. Londrina: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2016.

Testes in vitro com extratos de resíduos de bananeira no controle de acantocéfalos em tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Samilla Pereira de Oliveira¹

Thayssa Larrana Pinto da Rocha¹

Claúdia Majolo²

Jony Koji Dairiki⁴

Cheila de Lima Boijink⁵

Resumo – Na região Norte do Brasil estão sendo registradas altas infestações por acantocéfalos, parasitas que podem ocasionar a oclusão do trato intestinal dos peixes, prejudicando a capacidade de absorção dos alimentos. O uso de plantas ricas em taninos apresenta-se como promissor no controle de parasitas/helmintos, reduzindo o emprego de produtos químicos. Assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar in vitro extratos de resíduos de bananeira sobre a motilidade e sobrevivência de acantocéfalos. Foram testadas sete concentrações de folha, engaço e coração: 0; 1,56; 3,125; 6,25; 12,5; 25; e 50 mg/mL. O tempo de exposição foi de 24 horas, e os parasitas foram observados a cada 15 minutos por 6 horas e uma última

¹Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Química, D.Sc. em Ciências Veterinárias, analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁴Bióloga, D.Sc. em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

observação com 24 horas. Os três resíduos testados foram eficazes na concentração de 50 mg/mL, sendo que o engaço foi o que apresentou 100% de eficácia com 5 horas, enquanto folhas apresentaram 80% e coração 60% após 24 horas. Assim, conclui-se que os resíduos de bananeira podem ser uma alternativa para o controle de acantocéfalos. No entanto, mais estudos in vivo serão necessários para avaliar as respostas fisiológicas dos peixes.

Termos de indexação: piscicultura, parasitas, resíduo de bananeira.

In vitro tests with banana residue extracts in the control of acanthocephala in tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Abstract – In the northern region of Brazil, high infestation of acanthocephala are being recorded, parasites which can cause occlusion of the intestinal tract, impairing the feed absorption capacity. The use of plants rich in tannins presents as promising in the control of parasites/helminths, reducing the use of chemical products. Therefore, this research aimed to evaluate in vitro extracts of banana residues on the motile and survival of acanthocephalan. Seven concentrations of leaf, stalk and heart were tested: 0; 1.56; 3.125; 6.25; 12.5; 25 and 50 mg/mL. The exposure time was 24 hours and the parasites were observed every 15 minutes for 6 hours and the last observation was with 24 hours. The three residues tested were effective at the concentration of 50 mg/mL, and the stalk was 100% effective with 5 hours, while leaves 80% and heart 60% after 24 hours. Thus, it can be concluded that banana residues may be an alternative for the control of acanthocephala. However, further in vivo studies will be needed to evaluate the physiological responses of fish.

Index terms: pisciculture, parasites, banana residues.

Introdução

A intensificação, no sistema produtivo do tabaqui, é impulsionada pela sua rusticidade, pelas margens de lucro atrativas e pela grande aceitação por parte do mercado consumidor (Pedrosa Filho et al., 2016). No entanto, a intensificação associada a falhas no manejo pode acarretar problemas sanitários preocupantes, que podem ser decorrentes do acúmulo de matéria orgânica e de possível disseminação de patógenos. Um dos parasitas que vêm ocorrendo com frequência é o acantocéfalo. Segundo Chagas et al. (2015), a ocorrência vem aumentando na região Norte do Brasil, com destaque para o estado do Amazonas. Os autores observaram que, em relação ao levantamento realizado em 2014 no Polo Produtivo de Rio Preto da Eva, houve aumento de 5.349 para 19.239 parasitas em 2015, no mesmo período do ano, em uma amostra de 150 animais.

Os acantocéfalos são vermes com uma probóscide invaginável e provida de ganchos ou espinhos. Os adultos utilizam a probóscide para fixar-se na parede do intestino do hospedeiro. Esses vermes são considerados patogênicos em virtude de sua densidade e profundidade de penetração, causando danos ao epitélio intestinal do hospedeiro (Fischer, 1998).

O uso de produtos químicos para controle e prevenção dessas doenças, causadas por microrganismos parasitas oportunistas, vem aumentando conjuntamente com as preocupações de esfera ambiental, no que se refere aos riscos de intoxicação aos consumidores, à poluição dos mananciais de água e a problemas vinculados à resistência do parasita ao uso indiscriminado e excessivo do quimioterápico. Dessa forma, como em todo o mundo, é crescente o número de pesquisas com fitoterápicos (Niezen et al., 1996). A fitoterapia tem sido indicada, principalmente, para reduzir o uso dos tratamentos químicos.

Estudos promissores objetivando o controle de parasitas de peixes e a redução dos impactos da resistência têm relacionado inúmeras espécies vegetais com propriedades antiparasitárias (Claudio et al., 2009; Boijink et al., 2011; Fujimoto et al., 2012).

Uma espécie utilizada como antiparasitária para peixe é a bananeira (*Musa* sp.), que apresenta taninos em sua constituição, os quais proporcionam atividade anti-helmíntica (Otero; Hidalgo, 2004). Existe grande disponibilidade de plantas, pois a bananicultura no Brasil é realizada em quase todas as regiões. A banana é uma fruta de consumo popular, e tanto o pseudocaule como as folhas atualmente são avaliados no combate às verminoses dos animais domésticos (bovinos, caprinos e ovinos) e como suplemento volumoso em períodos de escassez de alimento (Batatinha et al., 2004; Nogueira et al., 2009; Oliveira et al., 2010).

Material e Métodos

Preparo dos extratos

Para o preparo dos extratos, diferentes partes da bananeira (folha, engaço e coração) foram coletadas, picadas e secas em estufa de ar com ventilação forçada a 40 °C. Para a extração foi utilizado um extrator de fluido pressurizado, método bruto, solvente (etanol/água 7:3), 100 °C, 1.600 psi, ciclo único, com tempo estático de 5 minutos, 60% lavagem e 50 segundos de purificação para eliminar as impurezas. Em seguida, as partes coletadas foram pesadas (50 g de cada material), depois adicionados 450 mL de álcool 90% e 60 mL de água, e armazenadas em frascos graduados envolvidos com papel laminado e identificados, os quais ficaram em repouso por duas semanas, em seguida foram utilizados para os testes *in vitro*.

Teste in vitro

Para a determinação dos testes in vitro foram utilizados tambaquis naturalmente parasitados por acantocéfalo, *Neoechinorhynchus buttnerae*. O intestino dos peixes foi dissecado, para remoção dos parasitos, com o auxílio de um estereomicroscópio. Os parasitos foram lavados em solução salina (0,9%) e mantidos em meio essencial mínimo (MEM) para manutenção de sua viabilidade. Os acantocéfalos (n= 10) foram transferidos para placas de Petri de 5,5 cm esterilizadas, contendo seis diferentes concentrações de extratos de resíduos de bananeira (folha, engaço e coração) e um controle com quatro repetições por tratamento (0; 1,56; 3,125; 6,25; 12,5; 25; e 50 mg/mL), a fim de obter-se a concentração mais eficiente, ou seja, capaz de provocar a mortalidade do parasito no menor intervalo de tempo. Os extratos foram dissolvidos em 5 mL do MEM, acrescido de dimetilsufóxido (DMSO - Sigma-Aldrich®). O tempo de exposição foi de 24 horas, os parasitas foram observados de 15 em 15 minutos por 6 horas, e a última observação com 24 horas. No grupo controle foi empregada a mesma concentração de DMSO utilizada nos demais tratamentos.

As observações foram feitas para registro da mobilidade e sobrevivência dos acantocéfalos. Com os dados obtidos foram então determinados a concentração e o tempo de exposição que causaram a morte de 100% dos acantocéfalos. Os parasitas eram considerados mortos quando constatada a ausência de movimentos, estimulados com auxílio de uma agulha, assim como características típicas de mortalidade, como enrugamento do corpo.

Resultados

Os três resíduos avaliados (folha, engaço e coração) foram eficazes na concentração de 50 mg/mL, destacando-se o engaço com 100% de eficácia com 5 horas, as folhas com 80% e o coração com 60% de eficácia após 24 horas (Figura 1).

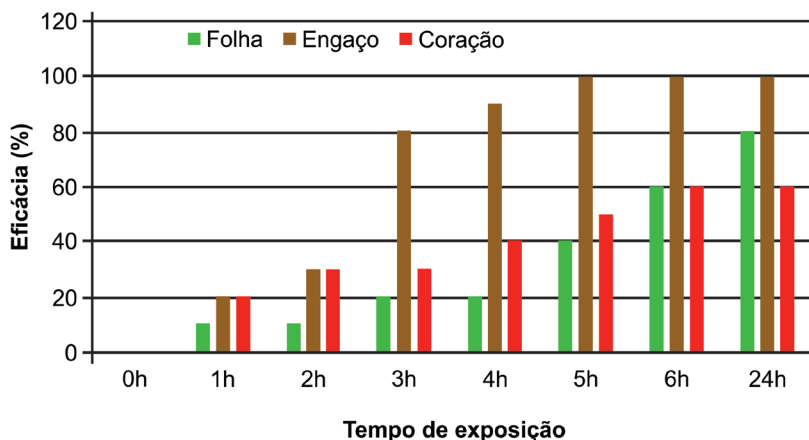


Figura 1. Eficácia in vitro de 50 mg/mL dos diferentes extratos de resíduos de bananeira no controle de acantocéfalos de *Colossoma macropomum*.

Discussão

Uma das hipóteses para explicar o efeito anti-helmíntico do tanino contra os helmintos é a capacidade que os taninos têm de agir no parasito, afetando severamente os processos biológicos (Hoste et al., 2006). Entretanto, o exato mecanismo de ação é incerto e pode diferir dependendo do parasito e da planta tanífera testada (Min; Hart, 2003).

Conclusões

Os resíduos de bananeira podem ser uma alternativa para o controle de acantocéfalos de tambaqui, principalmente o extrato do resíduo engaço na concentração de 50 mg/mL. No entanto, mais estudos in vivo serão necessários para avaliar as respostas fisiológicas dos peixes.

Referências

BATATINHA, M. J. M.; SANTOS, M. M.; BOTURA, M. B.; ALMEIDA, G. M.; DOMINGUES, L. F.; ALMEIDA, M. A. O. Efeitos in vitro dos extratos de folhas de *Musa cavendishii* Linn. e de sementes de *Carica papaya* Linn. sobre culturas de larvas de nematódeos gastrintestinais de caprinos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 7, n. 1, p. 11-15, 2004.

BOIJINK, C. de L.; INOUE, L. A. K. A.; CHAGAS, E. C.; CHAVES, F. C. M. Boas práticas de manejo na piscicultura para conservação da qualidade ambiental: uso de produtos naturais como anti-helmíntico em tambaqui. In: SEMINÁRIO PRODUTIVIDADE AGROPECUÁRIA E BENEFÍCIOS SOCIOAMBIENTAIS DAS PESQUISAS DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 1., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. p. 41-45. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 88).

CHAGAS, E. C.; AQUINO-PEREIRA, S. L.; BOIJINK, C.; MOJOLO, C.; MORAIS, M.; SOUZA, K. L. de; BRANDÃO, F.; MACIEL, P. O.; FUJIMOTO, R. Y. Ocorrência de acantocéfalos em tambaqui (*Colossoma macropomum*) criado em pisciculturas do município de Rio Preto da Eva (AM). In: FENACAM & LACQUA/SARA (WAS)'15.; LATIN AMERICAN & CARIBBEAN AQUACULTURE 15.; SOUTH AMERICAN REGIONAL AQUACULTURE 15.; INTERNATIONAL SHRIMP FARMING SYMPOSIUM, 12.; INTERNATIONAL AQUACULTURE TRADE SHOW, 12.; INTERNATIONAL AQUACULTURE SYMPOSIUM, 9.; TILAPIA ECONOMIC FORUM, 3., 2015, Fortaleza. **Abstracts...** Fortaleza: ABCC: World Aquaculture Society, 2015. p. 115.

CLAUDIANO, G.S.; DIAS NETO, J.; SAKABE, R.; CRUZ, C. da; SALVADOR, R.; PILARSKI, F. Eficácia do extrato aquoso de *Terminalia catappa* em juvenis de tambaqui parasitados por monogenéticos e protozoários. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, p. 625-636, 2009.

FISHER, C. Ectoparasites of semi-intensively farmed tropical fish *Piractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus* and *Colossoma macropomum* in Brazil. **Bulletin of European Association of fish Pathology**, v. 15, n. 5, p. 148-151, 1998.

FUJIMOTO, R. Y.; COSTA, H. C.; RAMOS, F. M. Controle alternativo de helmintos de *Astyanax cf. zonatus* utilizando fitoterapia com sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) e mamão (*Carica papaya*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, p. 5-10, 2012.

HOSTE, H.; JACKSON, F.; ATHANASIADOU, S.; THAMSBORG, S. M.; HOSKIN, S. O. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. **Trends in Parasitology**, v. 22, n. 6, p. 253261, 2006.

MIN, B. R.; HART, S. P. Tannin for suppression of internal parasites. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 14, E.102-E.109, 2003. Supplement 2.

NIEZEN, J. H.; CHARLESTON, W. A. G.; HODSON, J.; MACKAY, A. D.; LEATHWICK, D. M. Controlling internal parasites in grazing ruminants without recourse to anthelmintics: approaches, experiences and prospects. **International Journal for Parasitology**, v. 26, p. 983-992, 1996.

NOGUEIRA, D. M.; NASCIMENTO, T.; ARAÚJO, M. M. Utilização de folhas de bananeira no controle de nematódeos gastrintestinais de ovinos na Região Semiárida. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 2767-2771, 2009.

OLIVEIRA, L. N.; DUARTE, E. R.; NOGUEIRA, F. A.; SILVA, R. B.; FARIA FILHO, D. E.; GERASEEV, L. C. Eficácia de resíduos da bananicultura sobre a inibição do desenvolvimento larval em *Haemonchus* spp. provenientes de ovinos. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 488-490, 2010.

OTERO, M. J.; HIDALGO, L. G. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales (una revisión). **Livestock Research for Rural Development**, v. 16, n. 2, 2004.

PEDROZA FILHO, M. X.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. **Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil**. Brasília, DF: CNA, 2015. 5 p. (CNA. Boletim ativos da aquicultura, 7).

Tecnologia da Informação

Soluções digitais para auxiliar na expansão da guaranaicultura na Amazônia

Daniel Bispo do Vale¹

Marcos Filipe Alves Salame²

Resumo – O Amazonas possui extensa área destinada à colheita do guaraná, porém, quando se compara com outros estados do País, observa-se uma baixa produtividade. Para produzir determinada cultura de forma eficaz, é necessário ter atenção ao tipo de solo, à cronologia das atividades de manejo e ao fator econômico, aos custos necessários para produção, entre outros aspectos. Dessa forma foram desenvolvidos três aplicativos para dispositivos móveis com o objetivo de facilitar os planejamentos, melhorar os controles, otimizar os processos e auxiliar nas tomadas de decisão, para assim, consequentemente, melhorar a produtividade e contribuir para a expansão da guaranaicultura e o desenvolvimento econômico da região Amazônica.

Termos de indexação: aplicativo, manejo, solo.

¹Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheiro de computação, M.Sc. em Ciência da Computação, analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Digital solutions to aid guarana production expansion in the Amazon

Abstract – The Amazon has an extensive area for the guarana harvest, but when compared to other states of the country there is a low productivity. In order to produce a given crop efficiently, it is necessary to pay attention to the type of soil, the chronology of management activities and the economic factor, of the costs required for production. In this way, we developed three applications for mobile devices with the purpose of facilitating planning, improving controls, optimizing processes and assisting in decision making, in order to consequently improve productivity and contribute to the expansion of guaranaicultura and development economic development of the Amazon region.

Index terms: mobile app, management, soil.

Introdução

O estado do Amazonas possui extensa área destinada à colheita do guaraná, porém certa ineficiência é observada ao comparar os seus índices de produtividade com os de outros estados brasileiros (IBGE, 2013). Apesar da origem amazônica do guaraná, o estado da Bahia superou a produção do estado do Amazonas há tempos (Projeto..., 2003).

Para produzir determinada cultura de forma eficaz, é necessário ter a atenção voltada para o desenvolvimento. O solo é um desses fatores, e suas propriedades físicas irão determinar se ele está adequado para a germinação e o crescimento de sementes assim como para o funcionamento do sistema radicular das plantas (Baena; Dutra, 1982). Os resultados de uma análise física do solo podem trazer informações essenciais, como o seu uso e manejo apropriado, ou seja, orientações acerca de irrigação, drenagem e preparo (Reinert; Reichert, 2006).

A falta de manejo adequado na plantação, juntamente com a baixa oferta de nutrientes no solo em boa parte da região, é uma das causas da baixa produtividade de alimentos na Amazônia Brasileira (Luizão et al., 2009).

Outro importante fator é o econômico, uma vez que o agricultor precisa realizar uma análise econômica para nortear suas decisões e seus investimentos. É comum o agricultor ser o proprietário e o produtor de forma concorrente, o que pode comprometer a identificação dos custos de produção caso esses papéis não sejam considerados (Guiducci et al., 2012).

No setor agropecuário, os dispositivos móveis vêm desempenhando o papel de divulgação de conhecimento e informação para os agricultores. Os equipamentos são mais acessíveis que computadores de mesa, são móveis e de fácil uso, tornando-se acessíveis para populações locais (Bambini et al., 2014).

Dessa forma, foram propostas e desenvolvidas três soluções de aplicativos móveis para apoiar o processo de análise física do solo, o gerenciamento cronológico das atividades de manejo e a estimativa de custos para produção das culturas. O intuito dessas soluções é facilitar os planejamentos, melhorar os controles, otimizar os processos e auxiliar nas tomadas de decisão, para assim, conseqüentemente, melhorar a produtividade e contribuir para a expansão da guaranai-cultura e o desenvolvimento econômico da região Amazônica.

Material e Métodos

Para o desenvolvimento dos aplicativos para o sistema operacional Android foi utilizada a linguagem Java e o ambiente de desenvolvimento integrado Android Studio. O banco de dados *SQLite* foi utilizado juntamente com o *softwareDB* Browser, que apoiou a construção das consultas ao banco de dados. O desenvolvimento do servidor de *backup*, responsável por armazenar e recuperar dados para um aplicativo, foi feito utilizando a linguagem *Python* juntamente com a biblioteca *Flask*. Para a comunicação de dados foi utilizado o padrão *JSON*, por sua legibilidade e simplicidade.

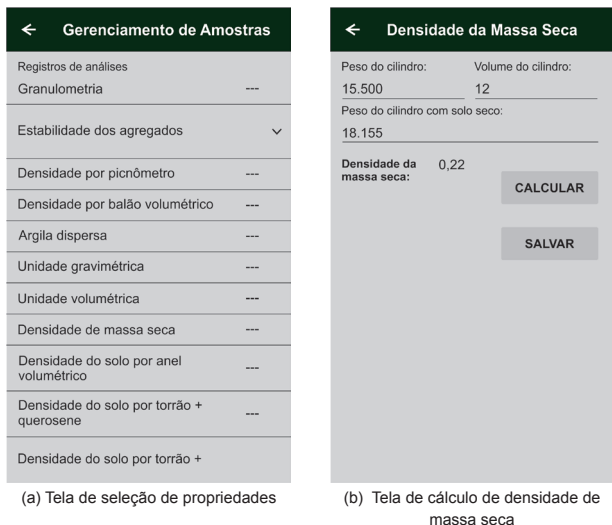
O processo de desenvolvimento foi iniciado com a engenharia de requisitos, em que foram realizadas entrevistas com especialistas. Por meio delas foi possível compreender as necessidades iniciais das aplicações e tomar ciência dos procedimentos atuais utilizados para realizar as tarefas que as aplicações objetivavam apoiar. Documentos oficiais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), como manuais, publicações e planilhas eletrônicas, também foram usados nessa etapa.

Para apoiar a codificação das soluções foi feita a modelagem entidade relacionamento do banco de dados, que foi mapeada posteriormente para o modelo físico.

Resultados

O aplicativo responsável por auxiliar na estimativa de custos de produção, de forma a evitar endividamentos e possíveis prejuízos financeiros, já se encontrava em estágio de desenvolvimento avançado, o que deu margem a correções e melhorias nas funcionalidades já desempenhadas por ele, de forma a deixá-lo mais adequado para o uso de seu público-alvo.

O aplicativo que fornece apoio ao processo de análise física do solo dispõe de uma coleção de ferramentas capazes de realizar diversos cálculos. É possível realizar os cálculos de granulometria, estabilidade dos agregados, densidade do solo, argila dispersa em água, umidade do solo, densidade de massa seca e densidade do solo (Figura 1).



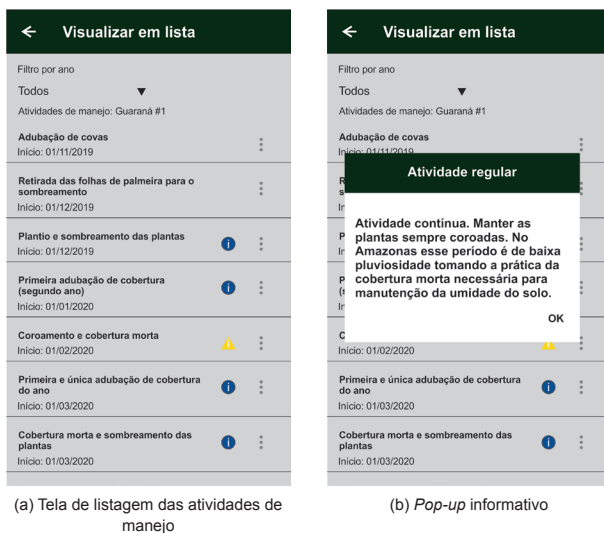
Ilustrações: Marcos Filipe Alves Salame

Figura 1. Telas do aplicativo de apoio à análise física do solo.

Todos os resultados podem ser armazenados no dispositivo, e para garantir a segurança dos dados foi implementado um serviço de *backup*, que é capaz de armazenar os dados do aplicativo em com-

putadores externos, com o intuito de oferecer mais segurança nos casos de perdas ou panes do dispositivo.

O primeiro passo do aplicativo que auxilia o gerenciamento das atividades de manejo é criar um registro de um novo cultivo de guaraná, gerando, a partir da data de início, um cronograma completo de atividades de manejo específicas para o cultivo escolhido, com todas as datas e recomendações para sua execução. As atividades que possuem regularidade ou que necessitam de alguma orientação importante têm um destaque representado por um triângulo de alerta, que, ao ser clicado, exibe um pop-up mostrando um texto informativo referente à atividade (Figura 2).



Ilustrações: Marcos Filipe Alves Salame

Figura 2. Telas do aplicativo de apoio à cronologia das atividades de manejo.

Com o cronograma criado, o usuário é capaz de acompanhar as atividades de manejo e fazer observações para cada uma delas. Dessa forma, o usuário possui mais flexibilidade para interagir com as atividades e gerenciar seu plantio de forma organizada.

Discussão

Durante o desenvolvimento foram realizadas várias verificações e testes com os colaboradores para validar os requisitos e verificar erros. As recomendações de correções e/ou melhorias foram implementadas e demonstraram ser fundamentais para aproximar as aplicações de uma versão apta para o uso por parte dos respectivos públicos-alvo. Diante da necessidade de competição num mercado que cada vez mais se moderniza com o uso de sistemas de informações e a crescente convergência de tecnologias no meio rural, o resultado obtido pode caracterizar mais uma forma de aprimorar o gerenciamento do processo agrícola (Cócaro; Jesus, 2008).

Conclusões

Os resultados darão subsídio a aperfeiçoamentos contínuos objetivando cada vez mais qualidade. Como trabalhos futuros, pode ser realizada uma validação formal com os públicos-alvo de cada aplicativo para obter retorno mais preciso dos pontos positivos e negativos e assim poder aprimorá-los de forma mais estratégica.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam); à Embrapa Amazônia Ocidental; aos pesquisadores Mirza Carla Normando Pereira e José Olenilson Costa Pinheiro e aos colaboradores do Laboratório de Análise de Solo e Plantas (Lasp).

Referências

BAENA, A. R. C.; DUTRA, S. **Propriedades físicas dos principais solos da Amazônia brasileira em condições naturais**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1982.

BAMBINI, M. D.; LUCHIARI-JÚNIOR, A.; ROMANI, L. A. S. Mercado de aplicativos móveis (Apps) para uso na agricultura. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2014, São Carlos, SP. **Ciência, inovação e mercado**: anais. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2014. p. 711-714.

CÓCARO, H.; JESUS, J. C. S. **A agroinformática em empresas rurais**: algumas tendências. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2008.

GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R. de; MOTA, M. M. **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários**: metodologia e estudos de caso. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. v. 40. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2013_v40_br.pdf>. Acesso em: 20 maio 2018.

LUIZÃO, F. J.; FEARNSIDE, P. M.; CERRI, C. E. P.; LEHMANN, J.. The maintenance of soil fertility in Amazonian managed systems. In: KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. da S. (Ed.). **Amazonia and global change**. Washington, DC: American Geophysical Union, 2009. p. 311-336.

PROJETO Potencialidades Regionais: estudo de viabilidade econômica: guaraná. Manaus: ISAE/FGV: Suframa, 2003. 28 p.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

Técnicas de aprendizagem de máquina aplicadas à identificação de cultivares de guaranazeiro por meio da morfologia de venação de folíolos

Allex de Lima Sousa¹

Marcos Filipe Alves Salame²

Resumo – O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) é uma planta nativa amazônica com um fruto amplamente utilizado em indústrias de bebidas e energéticos. Entretanto, a proliferação de pragas e doenças locais tem reduzido a produtividade dessa espécie na Amazônia, o que motivou a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) a lançar 19 cultivares resistentes aos principais fatores que afetam a guaranaicultura na região. Contudo, a distinção dessas cultivares ainda depende de métodos manuais e passíveis de falha humana, e este trabalho apresenta uma abordagem capaz de realizar a distinção dessas cultivares utilizando o padrão de nervura das folhas por meio de métodos de aprendizagem de máquinas. Como resultado, foi alcançada uma acurácia superior a 85%, indicando que a nervura central é um descritor válido quando se trata de classificação dessas cultivares desenvolvidas pela Embrapa.

Termos de indexação: aplicativo móvel, classificação por meio de folhas, aprendizado de máquina.

¹Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheiro de computação, M.Sc. em Ciência da Computação, analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Machine learning techniques applied to the identification of guarana plant cultivars using vein patterns

Abstract – The guarana plant (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) is a native Amazon plant with a fruit widely used in the refrigerants and energy drinks industries. However, the proliferation of local pests and diseases has reduced the productivity of this species in the Amazon, which motivated Embrapa to launch 19 resistant cultivars to the main factors that affect this biodiversity in the region, but the distinction of these cultivars still depends on manual methods besides being susceptible to human failure. Thus, this work presents an approach capable of distinguishing these cultivars using the leaf vein pattern, through machine learning methods. As a result, an accuracy greater than 85% was reached, indicating that the central vein pattern is a valid descriptor when it comes to the classification of these cultivars developed by Embrapa.

Index terms: mobile app, leaf classification, machine learning.

Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) é uma planta nativa do bioma Amazônia e popular no Brasil devido as suas propriedades gastronômicas e energéticas. Entretanto, índices históricos da produção nacional do guaraná destacam o estado da Bahia como o maior produtor do fruto (IBGE, 2013; Silva et al., 2016).

Dentre as principais causas dessa baixa produtividade de guaranazeiros na Amazônia, há a ausência de uma diversidade genética suficientemente resistente à proliferação de pragas e doenças. Esse cenário não é novo e motivou, no final da década de 1970, a Embrapa a iniciar um programa de melhoramento genético do guaranazeiro, o qual objetivava a expansão de produção do guaraná na Amazônia por meio de pesquisas que desenvolveram e disponibilizaram 19 cultivares resistentes aos principais fatores que afetam a guaranaicultura na região Amazônica (Tricaud et al., 2016).

Contudo, o método utilizado para a distinção dessas cultivares desenvolvidas ainda é bastante manual e passível de falha humana. Há também um problema em relação à distribuição das mudas dessas cultivares, uma vez que, sem um especialista presente, elas podem ser facilmente confundidas entre si. Assim, surge a possibilidade de agregar métodos computacionais de reconhecimento de padrões para auxiliar nesse processo.

A utilização de técnicas de aprendizagem de máquinas para a classificação de plantas a partir de descritores morfológicos, como folhas, por exemplo, possui considerável abundância na literatura em consequência da importante contribuição que o reconhecimento de espécimes vegetais, por sistemas computacionais, oferece ao setor agrônomo e computacional. Nesse cenário, este trabalho objetivou explorar métodos de identificação das cultivares de guaranazeiro da Embrapa por meio de imagens da superfície abaxial de folíolos, utilizando técnicas de aprendizagem profunda e clássicas. Ambas são

categorias de técnicas de aprendizagem de máquinas, uma subárea da inteligência computacional.

Material e Métodos

Ainda é comum a ausência de imagens das folhas de cultivares de guaranazeiro da Embrapa em bases de imagem públicas, que disponibilizam seus dados para pesquisas na área de aprendizado de máquina e visão computacional. Assim, foi necessário realizar a coleta das folhas em campo e, em seguida, fazer a aquisição das imagens por fotografias e escaneamento de folíolos amostrados, conforme ilustra a Figura 1. Após essa etapa, o conjunto de dados foi organizado e validado pelos pesquisadores que atuam com as cultivares de guaranazeiro na Embrapa. Ao todo, foram coletadas amostras foliares das cultivares BRS-Maués, BRS-Luzéia e CG-612.

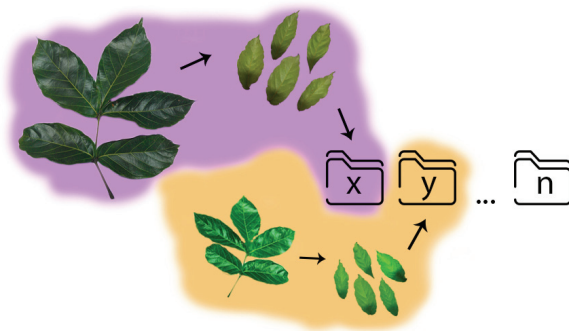


Ilustração: Marcos Filipe Alves Salame

Figura 1. Após a coleta das folhas, os folíolos são destacados da ráquis. Em seguida, a superfície abaxial de cada folíolo é fotografada e escaneada. Por fim, as imagens são organizadas para formar o conjunto de dados utilizado neste trabalho.

Essas variedades são resistentes aos principais fatores que afetam guaranazeiros oriundos de sementes e possuem alta produtividade de guaraná. Não obstante, a quantidade de cultivares selecio-

nada (três) visa experimentar uma primeira abordagem de classificação não binária com essa espécie, ou seja, explorar uma metodologia diferente de trabalhos anteriores.

Já com o conjunto de dados preparado, algumas técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) foram utilizadas antes das imagens seguirem para os algoritmos de classificação. Baseando-se na metodologia proposta por Larese et al. (2014) e Grinblat et al. (2016), apenas a região central da superfície abaxial dos folíolos coletados foi mantida no conjunto de dados, de modo a preservar a morfologia da venação dos folíolos, conforme apresenta a Figura 2. Todas as imagens foram convertidas do espectro RGB para tons de cinza visando diminuir a influência de anomalias e cores, uma vez que se busca utilizar apenas o padrão da nervura central dos folíolos como alvo do processo de aprendizagem da máquina.

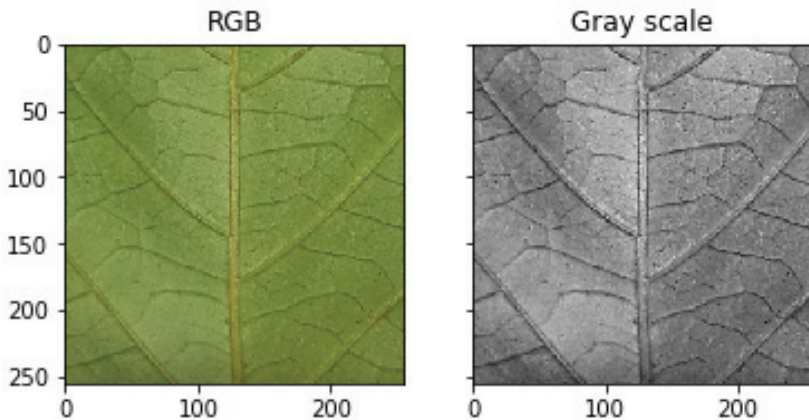


Ilustração: Marcos Filipe Alves Salame

Figura 2. Exemplo da nervura central da superfície abaxial de um folíolo. À direita, a mesma imagem da esquerda após a conversão para tons de cinza e que será utilizada na base de dados final.

A base final utilizada neste trabalho conta com 426 imagens de 256 x 256 *pixels*, fotografadas e escaneadas, organizadas com as seguintes classes: BRS-Maués (152), BRS-Luzéia (145) e CG-612 (129) conforme especificações no parágrafo anterior.

Máquinas de Vetores de Suporte (*Support Vector Machines – SVM*) foi a técnica de classificação explorada neste estudo, devido a sua ampla utilização na literatura. A implementação dessa técnica ocorreu por meio da linguagem de programação *Python*, mediante a biblioteca *Scikit-learn*. Adotou-se também o uso de validação cruzada *K-Fold*, com $k=10$ e uma estratégia de divisão de *folds* randômica e estratificada (i.e., todos os *folds* com a mesma quantidade de dados).

Os experimentos foram implementados por JupyterLab 0.31.12 Beta e executados em máquina com sistema operacional GNU/Linux Ubuntu 16.04 LTS, com 64 GiB de memória RAM, uma GPU Nvidia Quadro K1200 e uma CPU Intel Xeon E3-1225 v5, com 4 núcleos físicos de 3,3GHz, cada.

Resultados

A otimização dos hiperparâmetros, conduzida pela função *Grid-SearchCv* da biblioteca *Scikit-learn*, identificou os parâmetros $\gamma=1e-5$ e $C=100.0$ como a melhor combinação para o SVM, utilizando a *Radial Basis Function (RBF)* como *kernel*. A acurácia obtida, a partir da validação cruzada com 10 *folds*, foi de $85.17 \pm 2.99\%$. A performance de aprendizado do modelo pode ser observada na Figura 3.

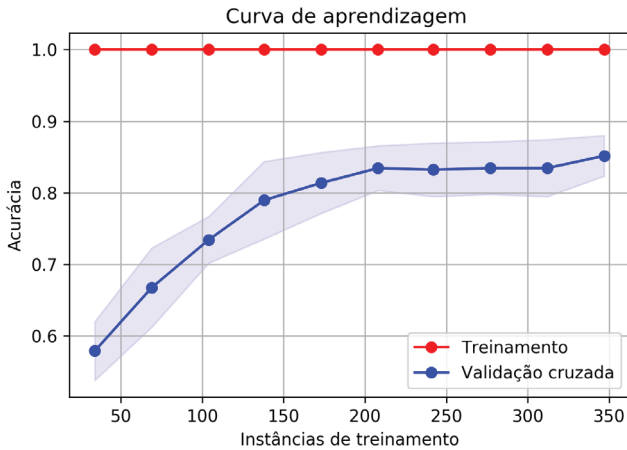


Figura 3. Performance média das técnicas de classificação utilizadas.

Discussão

Os resultados alcançados com o SVM indicam a presença de um padrão real na morfologia da nervura central dos folíolos. Dessa forma, uma nova possibilidade de identificação dessas cultivares surge, visto que esse tipo de abordagem não é apresentado no manual disponibilizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, em 2010. Essa nova perspectiva para classificação de espécies vegetais está sendo vista cada vez mais na literatura, já que o padrão de venação dos folíolos é tido como uma espécie de “impressão digital” de unidades foliares.

Conclusões

Os recentes avanços em hardware e áreas como a aprendizagem de máquinas já viabilizam participação sólida em processos de identificação de espécies vegetais por meio de descritores morfológicos, como folhas. Dentre as vantagens oferecidas, esse tipo de

abordagem ajuda a diminuir o tempo do processo e erro humano, uma vez que muitas características necessitam de uma análise mais robusta, devido à alta similaridade das características das folhas entre cultivares. Em trabalhos futuros, espera-se ampliar o estudo com algoritmos de aprendizagem profunda de máquinas e outros métodos clássicos de classificação. Além disso, técnicas como *transfer learning* e *ensemble learning* podem ser úteis em uma abordagem com Redes Neurais Convolutivas.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela bolsa de pesquisa, e aos pesquisadores Firmino José do Nascimento Filho, André Luiz Atroch e Adauto Maurício Tavares, pelas informações técnicas referentes ao guaraná.

Referências

GRINBLAT, G. L.; UZAL, L. C.; LARESE, M. G.; GRANITTO, P. M. Deep learning for plant identification using vein morphological patterns. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 127, p. 418-424, 2016.

IBGE. **Produção agrícola municipal**: culturas temporárias e permanentes. 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2013/default.shtm>>. Acesso em: 02 maio 2018.

LARESE, M. G.; NAMÍAS, R.; CRAVIOTTO, R. M.; ARANGO, M. R.; GALLO, C.; GRANITTO, P. M. Automatic classification of legumes using leaf vein image features. **Pattern Recognition**, v. 47, n. 1, p. 158-168, 2014.

SILVA, E. F. da; SOUSA, S. B. de; SILVA, G. F. da; SOUSA, N. R.; NASCIMENTO FILHO, F. J. do; HANADA, R. E. TRAP and SRAP markers to find genetic variability in complex polyploid *Paullinia cupana* var. *sorbilis*. **Plant Gene**, v. 6, p. 43-47, 2016.

TRICAUD, S.; PINTON, F.; PEREIRA, H. Saberes e práticas locais dos produtores de guaraná (*Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis*) do médio Amazonas: duas organizações locais frente à inovação. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 11, n. 1, p. 33-53, 2016.

Divulgação e acabamento
Embrapa Amazônia Ocidental



Amazônia Ocidental

Apoio



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

