

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



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

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

Anais da XVI Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental

*Cláudia Majolo
Inocencio Junior de Oliveira
Jony Koji Dairiki
Maria Geralda de Souza
Ronaldo Ribeiro de Moraes
Editores Técnicos*

Embrapa
Brasília, DF
2020

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
Everton Rabelo Cordeiro

Secretária-executiva
Gleise Maria Teles de Oliveira

Membros
José Olenilson Costa Pinheiro, Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa e Maria Perpétua Beleza Pereira

Revisão de texto
Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica
Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa

Projeto gráfico e editoração eletrônica
Gleise Maria Teles de Oliveira

1ª edição
Publicação digital (2020)

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 (16 : 2019 : Manaus).
Anais da XVI Jornada Científica da Embrapa Amazônia Ocidental / Claudia Majolo ... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2020.
PDF (130 p.) : il. color.

ISBN 978-65-86056-10-5

1. Iniciação científica. 2. Comunicação científica. 3. Pesquisa. I. Majolo, Cláudia. II. Título. III. Embrapa Amazônia Ocidental.

CDD 501

Editores Técnicos

Cláudia Majolo

Química, doutora em Ciências Veterinárias, analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

Inocencio Junior de Oliveira

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

Jony Koji Dairiki

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

Maria Geralda de Souza

Engenheira florestal, doutor em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

Ronaldo Ribeiro de Moraes

Biólogo, doutor em Ciências Biológicas (Botânica), pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

Apresentação

Com satisfação publicamos mais uma edição dos Anais de nossos trabalhos de pesquisa provenientes dos projetos financiados pelo Programa de Iniciação Científica, ao longo do período de 2019 a 2020, que corresponde à XVI Jornada de Iniciação Científica.

Essa ação continuada se dá pela parceria que mantemos com nossos financiadores, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que fomentam a iniciação científica, respectivamente no Amazonas e em todo o Brasil, ao longo de anos. Sem o apoio dessas instituições não teríamos como manter o programa com a qualidade que o fazemos.

Além dos parceiros externos de fomento temos internamente nos nossos pesquisadores e analistas a disposição para orientar, ano após ano, novas gerações de estudantes, os quais contribuem para o desenvolvimento e a continuidade da formação de novos pesquisadores, professores e técnicos, que honrosamente dão prosseguimento às pesquisas que fazemos, levando os resultados aos produtores rurais do Brasil.

Outro fator relevante é que, mesmo diante das dificuldades decorrentes dos momentos difíceis que a humanidade vem passando com a pandemia da Covid-19, não houve interrupção dessa atividade. Meios foram utilizados para que os trabalhos não fossem descontinuados e os estudantes pudessem desenvolver seus projetos. Isso

é prova da importância do programa, da dedicação dos estudantes e de seus orientadores, a fim de que continuemos a prover as necessidades da nossa sociedade.

Adicionalmente verificamos, nesta obra, a diversidade de contribuições da Embrapa Amazônia Ocidental para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, com trabalhos voltados para o desenvolvimento econômico, social e ambiental, a redução da pobreza e das desigualdades sociais. A contribuição ao ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) é o destaque da Unidade, com diferentes trabalhos que buscam a efetivação do direito humano à segurança alimentar e nutricional.

Manifestamos assim, mais uma vez, nossa alegria por mais esta publicação disponibilizada para a comunidade científica e produtiva do estado do Amazonas, na expectativa de que o acesso a ela possa melhorar cada vez mais a produção agrícola brasileira e a qualidade de vida de quem dela depende.

Everton Rabelo Cordeiro

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Ocidental

Sumário

Agricultura Familiar

Identificação e caracterização morfológica de variedades de mandioca na Comunidade São João do Araçá, Itacoatiara, AM.....13

Adolfo Melo do Nascimento; Julião Gonçalves Guimarães; José Nestor de Paula Lourenço; Santiago Linório Ferreyra Ramos; Francisneide de Sousa Lourenço

Tecnologia agropecuária e desenvolvimento – Análise da adoção tecnológica na Comunidade Rural José Lindoso, no município de Rio Preto da Eva, AM.....19

Daiana de Matos Parintins; Lindomar de Jesus de Souza Silva

Entomologia/Fitopatologia

Anatomia de folíolos jovens de guaranazeiro, *Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis* (MART.) Ducke, e interação com o tripses *Pseudophilothrips adisi* (Zur Strassen).....27

Julliane da Silva Fontes; Aduino Maurício Tavares

Desempenho do meio de cultura à base de farelo-vermiculita modificado na produção artificial de basidiocarpos de *Moniliophthora perniciosa*.....35

Larissa Brasil Franco; Maria Geralda de Souza; Marcelo Róseo de Oliveira; Felipe Morais Cordeiro

Prospecção de substâncias inibitórias do crescimento micelial in vitro de *Moniliophthora perniciosa*, agente causal da vassoura de bruxa do cupuaçuzeiro.....43

Felipe Morais Cordeiro; Maria Geralda de Souza; Marcelo Róseo de Oliveira; Francisco Célio Maia Chaves; Larissa Brasil Franco

Floresta

Método alternativo para quebra de dormência da castanha-do-brasil.....53

Gabriela Bernardes Affonso; Roberval Monteiro Bezerra de Lima

Monitoramento do efluxo de CO₂ para avaliação de sistemas de uso da terra na região central do Amazonas.....61

Abner Silva Leite; Roberval Monteiro Bezerra de Lima

Melhoramento Genético

Micropropagação de bananeira Pacovan em biorreator de imersão temporária.....69

Daniele Simões Araújo; Cibelle Azamora dos Santos; Eduardo José Dias da Silva; Ricardo Lopes; Pamela Keiko Harada

Viabilidade e germinação in vitro de embriões zigóticos de caiaué.....79

Eduardo José Dias da Silva; Daniele Simões Araújo; Cibelle Azamora dos Santos; Ricardo Lopes; Pamela Keiko Harada; Alex Queiroz Cysne

Piscicultura

Atividade anti-helmíntica de closantel + albendazol sobre acantocéfalos de tabaqui – Ensaio in vitro.....89

Marcos Froz Batista; Géssica Aline Nogueira dos Santos; Thayssa Larrana Pinto da Rocha; Cláudia Majolo; Cheila de Lima Bojink; Jony Koji Dairiki

Socioeconomia

Expansão da guaranaicultura – Criação do circuito metropolitano Levantamento do perfil socioeconômico de produtores em comunidades dos municípios-alvo da transferência de tecnologia.....99

Endrio Morais dos Santos; Lindomar de Jesus de Souza Silva

Tecnologia da Informação

Uso de *Ensemble Learning* para identificação de ataques de tripes em guaranazeiro.....107

Richardson Allan Ferreira de Souza; Marcos Filipe Alves Salame

Agricultura Familiar

Identificação e caracterização morfológica de variedades de mandioca na Comunidade São João do Araçá, Itacoatiara, AM

Adolfo Melo do Nascimento¹

Julião Gonçalves Guimarães¹

José Nestor de Paula Lourenço²

Santiago Linório Ferreyra Ramos³

Francisneide de Sousa Lourenço⁴

Resumo – Este trabalho teve por objetivo realizar a caracterização morfológica das variedades tradicionais de mandioca cultivadas pelos agricultores da região do Rio Arari, em Itacoatiara. A caracterização e a documentação adequada permitem a sua utilização mais racional nos programas de melhoramento por meio da troca de material vegetal. Para avaliação morfológica e agrônômica coletou-se o material botânico (folhas, haste, raiz) de forma aleatória para cada variedade encontrada. O cultivo das variedades tem sido feito há muitos anos por meio de um processo de multiplicação de material genético com plantios no roçado do tipo miscelânea, e a troca ocorre entre os agricultores da própria comunidade. As variedades de man-

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

²Engenheiro-agrônomo, mestre em Zoologia, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), professor da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM.

⁴Engenheira-agrônoma, mestra em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, AM.

dioca encontradas foram: Amarelinha, Bom Futuro, Coraci, Coroá, Guia Roxa, Jamundá, Jabuti, Maniva Branca, Roxinha, Tracajá, Tucunaré, além das variedades de mandioca mansa: Amarga, Manteiga, Nambu, Pão, Roxa, as quais compõem a principal fonte de renda da comunidade.

Termos de indexação: material genético, parâmetros, germoplasma.

Morphological identification and characterization of cassava varieties in São João do Aracá community, Itacoatiara, AM

Abstract – This work aimed to carry out a morphological characterization of the traditional cassava varieties cultivate by formers in the region of the Arari river in itacoatiara. Characterization and proper use select the most rational use in breeding programs, though the exchange of plant material. For morphological and agronomic evaluation collected or botanical material (leaves, rush,root) at random for each variety found in. The cultivation of the varieties was done for many years, through a process of multiplication of genetic material though plants in the miscellany type garden, an exchange occuri between the farmers of the community itself .As varieties of jaws found were: Amarelinha, Bom Futuro, Coroá, corací, Guia Roxa, jamundá, Jabutí, White maniva, Roxinha, Tracajá, Tucunaré, and the cassava varieties: Amarga , Manteiga, Nambu, Pão, Roxa, as individuais compose the maim source of income for the community.

Index terms: genetic material, parameters, germplasm.

Introdução

A coleta e preservação do germoplasma previnem a erosão genética dos cultivos e asseguram a base genética indispensável a programas de melhoramento. Em mandioca, a erosão ocorre principalmente por causa da expansão das fronteiras agrícolas, do desmatamento desenfreado que ocorre no País, dos estresses bióticos e abióticos e, em menor proporção, pela substituição das variedades tradicionais por variedades melhoradas. O germoplasma de mandioca no Brasil pouco tem sido explorado sob o ponto de vista genético. A sua caracterização e documentação adequada permitem a sua utilização mais racional nos programas nacionais de melhoramento, facilitando o intercâmbio de material vegetativo e de informações. Para isso é importante estabelecer metodologias padronizadas para a manutenção, caracterização e avaliação desse germoplasma (Fukuda et al., 1996). Entretanto, para que toda essa variabilidade seja conservada e utilizada com eficiência, é necessário que o germoplasma esteja caracterizado, isso é o ponto de partida para que o pesquisador defina quais acessos serão incluídos na etapa de avaliação agrônômica dos genótipos em relação aos principais caracteres de interesse (Bastos et al., 2008).

Metodologia

A Comunidade São João do Araçá localiza-se a 03° 19' 38,3" S e 58° 17' 58,5" W, no município de Itacoatiara, com acesso que varia de acordo com o nível das águas do Rio Arari (Lourenço, 2010). Para realizar o levantamento das variedades de mandioca foram coletados os seguintes caracteres morfológicos: das folhas foram usados os parâmetros: cor do broto foliar, cor da folha adulta, cor do pecíolo das folhas adultas, cor da base da nervura, comprimento do pecíolo e comprimento da folha; do caule: cor do caule jovem, cor do caule adulto; da raiz: cor da película externa da raiz, cor da polpa da raiz e cor externa da casca da raiz (Fukuda et al., 1996). Selecionaram-se

25 plantas para cada variedade encontrada por roçado, em seguida os tubérculos foram retirados do tronco para avaliação morfológica e agrônômica.

Resultados e Discussão

Na Comunidade São João do Araçá foram encontradas cinco variedades de mandioca mansa (macaxeira): Amarga, Manteiga, Nambu, Pão, Roxa, e onze variedades de mandioca brava: Amarelinha, Bom Futuro, Coraci, Coroá, Guia Roxa, Jamundá, Jabuti, Maniva Branca, Roxinha, Tracajá, Tucunaré. Nem todas as variedades são cultivadas com a mesma intensidade. Aquelas que são mais produtivas e que produzem polpa de melhor qualidade são as mais cultivadas. Realizou-se a descrição morfológica das cultivares encontradas para as características da parte aérea das plantas e verificaram-se os parâmetros como broto foliar das cultivares, com as variedades diferenciando-se em verde (Jamundá, Tracajá, Amarelinha, Tucunaré, Coroá, Coraci, Bom Futuro e Jabuti), vinho (Maniva Branca e Roxinha) e verde-arroxeadado (Guia Roxa). Para a cor das folhas adultas, todas as cultivares apresentaram cor verde-escura. A cor da base da nervura das folhas apresentou: cor verde (Roxinha, Jamundá, Amarelinha e Bom Futuro), verde-claro (Tucunaré, Coroá, Coraci) e vinho (Maniva Branca, Tracajá). Quanto às cores do pecíolo das cultivares observadas foram: verde (Maniva Branca, Jamundá, Bom Futuro e Coroá). Esses parâmetros são de pouco interesse econômico e, provavelmente, foram pouco visados durante o processo de seleção das variedades, permitindo grande variabilidade entre as categorias (Teixeira et al., 2014).

Para os caracteres da cor do caule jovem foram observadas as cores: verde (Tucunaré, Tracajá, Jabuti e Coraci), verde-claro (Jamundá, Amarelinha e Coroá), verde com listras na cor vinho (Maniva Branca, Roxinha e Bom Futuro) e arroxeadado (Guia Roxa). Quanto à cor do caule adulto, sem película externa, houve uma diferença en-

tre verde para as cultivares Tucunaré, Tracajá, Bom Futuro, Jabuti, Guia Roxa, Coraci, Maniva Branca e Jamundá e vinho para a cultivar Roxinha. Para os parâmetros da raiz observou-se a cor da casca da raiz, em que as plantas se diferenciaram em marrom-claro (Maniva Branca, Amarelinha, Guia Roxa) e marrom-escuro (Roxinha, Jamundá, Tucunaré, Tracajá, Bom Futuro, Coroá, Jabuti e Coraci). Esses caracteres apresentam pouca relevância no interesse taxonômico. A cor da casca da raiz sem a película externa apresentou parâmetros como a cor creme (Maniva Branca, Tucunaré, Amarelinha, Bom Futuro e Coraci), salmão (Jamundá e Coroá), rosa (Tracajá, Jabuti) e vinho (Roxinha). Já para cor da polpa da raiz, todas as variedades apresentaram a coloração amarela. A cor externa da raiz e cor da polpa da raiz começaram a ter importância agrônômica há pouco tempo (Vieira et al., 2008).

Conclusões

Conclui-se que a caracterização morfológica e agrônômica das variedades de mandioca encontradas nos roçados agroecológicos é importante para realizar a diferenciação fenotípica entre as variedades de mandioca local, fornecendo informações de suas principais características de produção, qualidade, resistência a pragas, resistência a doenças e adaptação às condições edafoclimáticas da região.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), ao Grupo de Pesquisa Agroecologia na Amazônia e aos agricultores.

Referências

BASTOS, A. C.; SILVEIRA, A.; VIANA, E. Caracterização de variedades de mandioca de mesa por meio de descritores morfológicos. **Científica**, v. 36, n. 1, p. 56-67, 2008.

FUKUDA, W. M. G.; COSTA, I. R. S.; VILARINHOS, A. D.; OLIVEIRA, R. P. de. **Banco de germoplasma de mandioca**: manejo, conservação e caracterização. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1996. 103 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 68).

LOURENÇO, F. de S. **Ambiente e agricultura**: uso da terra pela agricultura familiar e modificações na paisagem no município de Itacoatiara. 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

VIEIRA, E. A.; CHAIL, A. M. M. C.; FIALHO, J. F. Descritores morfológicos na caracterização do banco regional de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* crantz). In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília, DF. **Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**: anais... Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, P. R. G.; VIANA, A. E. S.; CARDOSO, A. D.; LOPES, S. C.; GUIMARÃES, D. G.; ANDRADE, A. C. B. Características morfológicas de quatro variedades de mandioca de mesa cultivadas em Vitória da Conquista. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2014.

Tecnologia agropecuária e desenvolvimento

Análise da adoção tecnológica na Comunidade Rural

José Lindoso, no município de Rio Preto da Eva, AM

Daiana de Matos Parintins¹

Lindomar de Jesus de Souza Silva²

Resumo – Os desafios da agricultura familiar na Amazônia estão relacionados ao fomento da produção com o objetivo de garantir alimento, renda e bem-estar às comunidades rurais. As descobertas de Ciência e Tecnologia (C&T) são necessárias ao desenvolvimento de uma agricultura sustentável, que alia fornecimento de matéria-prima e geração de renda à conservação e preservação da Amazônia. Para isso é necessário superar três desafios: preservar a floresta, potencializar a produção em áreas desmatadas de forma sustentável e reduzir a pressão sobre os ecossistemas. Este trabalho tem como objetivo avaliar a adoção de tecnologia e mensurar sua contribuição socioeconômica e ambiental para as unidades de produção familiar da Comunidade José Lindoso, no município de Rio Preto da Eva, AM. A metodologia envolveu pesquisa de campo aplicada aos agricultores e levantamentos de dados sobre a adoção tecnológica direcionada ao cultivo da banana 'Thap Maeo' na comunidade. Esse levantamento e o recurso metodológico utilizado comprovam que a adoção tecnológica impacta positivamente na redução da pressão sobre os recursos naturais e o avanço sobre a floresta, contribuindo diretamente para a eficácia econômica da atividade agrícola e o fortalecimento do tecido social da comunidade pesquisada.

Termos de indexação: sustentabilidade, tecnologia, meio ambiente.

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

²Sociólogo, doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Agricultural technology and development: analysis of technological adoption in the Rural Community José Lindoso in the municipality of Rio Preto da Eva, AM

Abstract – The challenges of family farming in Amazonia are related to the development of production with the objective of securing food, income and well-being to rural communities. The findings of Science and Technology (C&T) are necessary to the development of a sustainable agriculture, combining the supply of raw materials and income generation to the conservation and preservation of the Amazon. To do so, three challenges must be overcome: preserve the forest, optimize production in deforested areas in a sustainable manner and decrease pressure on ecosystems. The objective of this research was to evaluate the adoption of technology and measure its socioeconomic and environmental contribution to the family production units of the José Lindoso community in the municipality of Rio Preto da Eva, AM. The methodology involved field research with farmers and data collection on the technological adoption directed to the cultivation of 'Thap Maeo' banana in the community. This survey and the methodological resources used prove that the adoption of technology has a positive impact on reducing pressure on natural resources and advancing on the forest, contributing directly to the economic efficiency of agricultural activity and strengthening the social fabric of the researched community.

Index terms: sustainability, technology, environment.

Introdução

No Amazonas, devido à ausência do uso de tecnologias e políticas públicas voltadas aos efeitos do agronegócio e seus impactos ambientais, nota-se a extração de madeira em algumas comunidades tradicionais onde a fonte de renda principal é a vasta produção de carvão vegetal, seguida da agricultura, muitas vezes realizada sem qualquer preocupação com o meio ambiente, visando apenas ao retorno do investimento de forma lucrativa.

Uma das alternativas para redução do desmatamento é a introdução de novas tecnologias que produzam de forma sustentável, gerando renda com baixo impacto sobre o meio ambiente, melhorando as condições de vida e o sistema produtivo dos agricultores familiares.

Com o intuito de inserir o uso da tecnologia para a sustentabilidade da agricultura familiar no Amazonas, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) vem desenvolvendo diversas pesquisas e dando apoio técnico aos agricultores. Como exemplo de busca de tais melhorias nas comunidades cita-se o caso do incentivo ao cultivo da banana 'Thap Maeo', resistente à sigatoka-negra, doença que dizimou os bananais tradicionais no Amazonas nas décadas de 1990 e 2000. A sigatoka-negra é causada pelo fungo *Mycosphaella fijiensis* Morelet, sendo a mais importante doença da bananeira e a que mais preocupa os produtores de banana do Brasil (Monteiro, 2001; Hanada et al., 2002).

Material e Métodos

O estudo foi realizado em dez propriedades da Comunidade José Lindoso, situadas ao longo do ramal ZF-9, Km 80 da Rodovia AM-010, localizada no município de Rio Preto da Eva, estado do Amazonas, por meio do Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental

de Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec-Agro). O Ambitec é uma plataforma de avaliação de impactos com a função de evidenciar os resultados das tecnologias agropecuárias em suas dimensões econômicas, sociais e ambientais. Na avaliação solicita-se ao produtor que indique a direção (aumento, diminuição ou manutenção) dos coeficientes de alteração dos componentes, que variam de (-3) a (+3), dependendo da intensidade do efeito observado pelo agricultor nos 125 indicadores, organizados em 27 critérios de impactos, com capacidade de abrangerem as dimensões econômicas, sociais e ambientais, como também o nível tecnológico da unidade de produção que está sendo avaliada. Isso resulta em coeficientes de impacto final que podem variar de +15 a -15, dependendo do direcionamento do impacto, se positivo ou negativo.

Resultados

Os resultados mostram que há um novo sistema produtivo e sustentável na Comunidade José Lindoso. A produção de banana possibilitou o abandono da atividade de produção de carvão, ampliou a renda e proporcionou a diversificação produtiva dos agricultores, que, com o ganho na produção de banana e o acesso à tecnologia, assistência técnica e créditos agrícolas, decorrentes da organização comunitária, passaram a introduzir outras culturas em suas propriedades.

A Tabela 1 apresenta os dados sobre a avaliação dos impactos ambientais, econômicos e sociais com a adoção da tecnologia. Pode-se observar os indicadores e seus resultados, em que os valores do estudo identificaram índice geral de impacto ambiental de -0,4; de impacto social de 3,7; e impacto econômico de 7,2. Os índices de impacto indicam que a tecnologia é favorável para o desenvolvimento das produções de banana nas condições estudadas.

Tabela 1. Impactos ambiental, econômico e social.

Critério	Média Geral
Índice de Impacto Social	3,7
Índice de Impacto Econômico	7,2
Índice de Impacto Ambiental	-0,4

Discussão

Os índices de impactos econômico (7,2), social (3,7) e ambiental (-0,4), resultados da adoção da banana 'Thap Maeo', mostraram-se positivos para as dimensões socioeconômica e ambiental, possibilitando o aumento da área plantada, a melhoria na geração de renda, na segurança alimentar e crescente dedicação do agricultor aos sistemas de produção, gerando oportunidade de investimento na propriedade. A adoção da 'Thap Maeo' possibilita cultivos de banana livres de doenças, com garantia de oferta do produto ao mercado consumidor, permitindo melhoria na geração de renda agrícola e oferta de emprego no campo, contribuindo para a sustentabilidade do ambiente em todas as suas dimensões.

Para Silva (2018, p.17), a avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da tecnologia banana 'Thap Maeo' permite “demonstrar que sua adoção foi um instrumento essencial para a continuidade do cultivo de banana no estado do Amazonas”, e os “impactos foram positivos em sua maioria, evidenciando melhorias significativas na geração de renda, possibilitando o desenvolvimento da propriedade de forma sustentável, viabilizando a produção, e assim garantindo esse importante fruto na dieta da população amazonense”. Tais aspectos incluem a tecnologia agropecuária com foco no cultivo dessa cultivar, que é fundamental para “as condições de pobreza vivenciada em muitas comunidades do Amazonas”.

Conclusão

Por meio dessa tecnologia sustentável, implantada na Comunidade José Lindoso pela Embrapa, a produção de carvão vegetal, realizada desde a ocupação da área, na década de 1990, e uma das principais fontes de renda dos agricultores familiares do ramal da ZF-9, foi substituída pela produção de banana, com resultados positivos, tornando-se um meio de obter recursos e de conscientizar os moradores da comunidade quanto ao malefício do trabalho com carvão, tanto para o meio ambiente como para a saúde humana.

Há um processo de recuperação das áreas degradadas, conservação das reservas legais e áreas de preservação permanente, redução dos plantios migratórios e melhor aproveitamento dos recursos naturais existentes na propriedade, possibilitando a melhoria do meio ambiente, a definição de uma estratégia econômica, o fortalecimento institucional e a construção de ações voltadas à superação das vulnerabilidades presentes na comunidade.

Agradecimento

A Deus, por essa vitória e sabedoria, por não ter permitido que eu desistisse diante das dificuldades enfrentadas ao longo do período do curso. A Ele, toda honra e toda glória.

Ao orientador-professor Dr. Lindomar de Jesus de Souza Silva, que esteve sempre ao meu lado compartilhando seus conhecimentos e orientando-me, por ter acreditado no meu esforço e que, por obra de Deus, apareceu em minha vida e contribuiu com preciosas informações para realização e conclusão deste trabalho.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), pela oportunidade de desenvolver este projeto, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), que me deu

a oportunidade de participação por meio do Programa de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental.

Referências

HANADA, R. E.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. Esporulação de *Mycosphaerella fijiensis* em diferentes meios de cultura. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 169-174, abr./mar. 2002. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162781/1/9140.pdf>. Acesso em: 18 out. 2018.

MONTEIRO, L. O fantasma negro. **Safra**, v. 2, n. 20, p. 9-10, 2001.

SILVA, L. J. S. **Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa**: banana Thap Maeo no Estado do Amazonas. 2018. Disponível em: https://bs.sede.embrapa.br/2017/relatorios/amazoniaoccidental_2017_bananathapmeo.pdf. Acesso em: 22 maio 2019.

Entomologia/ Fitopatologia

Anatomia de folíolos jovens de guaranazeiro, *Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis* (MART.) Ducke, e interação com o tripses *Pseudophilothrips adisi* (Zur Strassen)

Julliane da Silva Fontes¹
Adauto Maurício Tavares²

Resumo – Folíolos jovens de guaranazeiro foram observados em sua constituição anatômica e tiveram suas macroestruturas caracterizadas, as quais são similares às folhas desenvolvidas. Caracterizou-se o comportamento alimentar de *Pseudophilothrips adisi* e sua interação com a planta com efeitos anatômicos e fisiológicos. Os danos ao folíolo foram descritos como diretos e indiretos, explicados pela herbivoria no parênquima lacunoso e respostas fisiológicas promovidas pela injeção de enzimas salivares no interior do folíolo, respectivamente.

Termos de indexação: guaraná, Thysanoptera, interação inseto-planta.

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

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

Guarana young leaflets anatomy, *Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis* (Mart.) Ducke, and interaction with thrips *Pseudophilothrips adisi* (Zur Strassen)

Abstract – Young guaranazeiro leaflets were observed in their anatomical constitution and their macrostructures were characterized which are similar to the developed leaves. It was characterized the feeding behavior of *Pseudophilothrips adisi* and its interaction with the plant with anatomical and physiological effects. Damage to the leaflet was characterized as direct and indirect, explained by the herbivory in the lacunous parenchyma and physiological responses promoted by the injection of salivary enzymes inside the leaflet, respectively.

Index terms: guarana, Thysanoptera, insect-plant interaction.

Introdução

O guaranazeiro, *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke, é uma espécie nativa do Brasil. No Amazonas o guaraná é plantado por grandes, médios e, em especial, por pequenos agricultores (Pereira et al., 2005).

O trips-do-guaranazeiro, *Pseudophilothrips adisi* (Zur Strassen), em grandes populações causa alterações morfofisiológicas, impedindo o desenvolvimento das folhas, e, portanto, prejudica o crescimento dos ramos e a produção de flores, limitando a exploração comercial do guaraná (Pereira, 2005). Conforme Strong et al. (1984), estudos da interação inseto-planta são relevantes no contexto do manejo das populações de importância econômica. A tomada de decisão para o uso de estratégias de controle deve ser baseada no conhecimento do modo de alimentação da espécie considerada. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo a descrição da anatomia dos folíolos jovens do guaranazeiro e sua relação com o trips (*P. adisi*).

Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido nos laboratórios de Entomologia e de Fisiologia Vegetal da Embrapa Amazônia Ocidental. Folíolos sadios da variedade BRS-871 e os espécimes de *P. adisi* foram obtidos de plantios de guaranazeiro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Folíolos sadios foram separados em dois grupos, um para as observações anatômicas e outro para observações do resultado da herbivoria de *P. adisi*. Este foi constituído de folíolos expostos aos tripses ($n = 20$) durante 6 horas em BOD ($25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, $70\% \pm 10\%$ de UR). As amostras foliares foram fixadas em FAA 70% (300 mL de etanol 50%, 16,6 mL de formaldeído e 16,6 mL de ácido acético) por 24 horas. Posteriormente foram desidratadas em concentrações alcoólicas crescentes durante uma hora (50%, 60% e 70%) e por duas horas (80%, 90% e 100%). Em seguida, as amostras foram pré-infiltradas em 1 mL de etanol 95% e 1 mL de resina base (24 horas) e infiltradas (48 horas) em solução de 0,25 g de pó ativador e 25 mL de resina. Subsequentemente foram adicionadas em moldes com a solução de polimerização (15 mL de resina e 1 mL de endurecedor) e armazenadas (48 horas) em estufa a 34 °C . Ao final, os blocos foram destacados e fixados em suporte. Realizaram-se secções de $2\text{ }\mu\text{m}$ (Micrótomo Microm Mod. HM 325) submetidas a banho histológico e transferidas para as lâminas. Utilizou-se o corante azul de toluidina por 2 minutos. Em seguida foi efetuada a montagem das lâminas com Entellan. Para as observações anatômicas utilizou-se o microscópio trinocular Mod. Zeiss Discovery acoplado à câmera Axian CAM ICC1 associada ao software MIAS-2008.

Resultados

Folíolos jovens possuem a epiderme adaxial uniestratificada formada por células tubulares, assim como as células da epiderme

abaxial, porém menores em tamanho que as da face adaxial. Sob a epiderme superior encontra-se o parênquima paliçádico com um único estrato de células alongadas em relação à espessura do folíolo. Entre o parênquima paliçádico e a epiderme abaxial encontra-se o parênquima lacunoso, com quatro estratos celulares heteromorfos e com a presença de feixes do sistema vascular (Figuras 1 e 2).

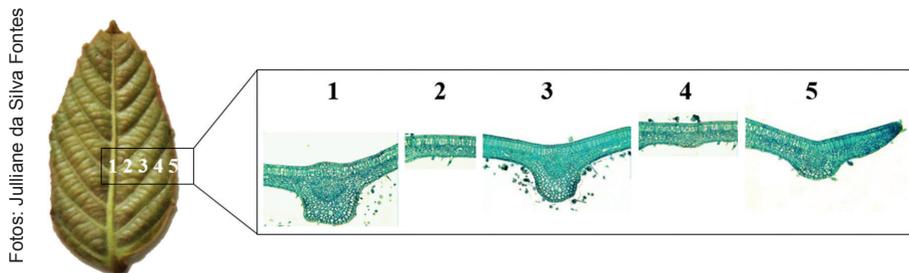


Figura 1. Seção transversal em folíolo jovem de guaranzeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*). Porções do folíolo: nervura central (1), porção média (2), nervura secundária (3), porção mediana (4) e bordo (5).

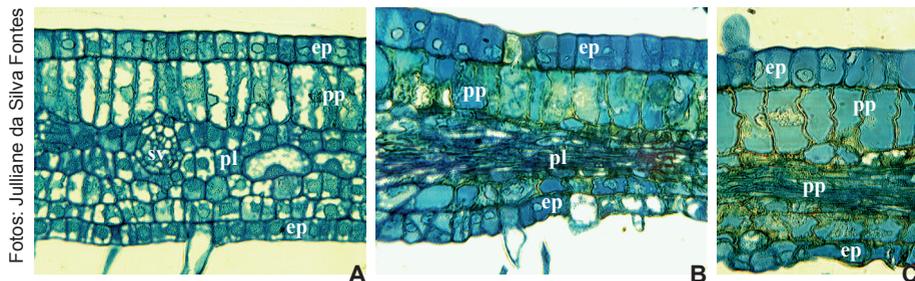


Figura 2. Seções transversais em folíolos de guaranzeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*): folíolo saudável (A); folíolo atacado (B e C).

*ep: epiderme; pl: parênquima lacunoso; pp: parênquima paliçádico; sv: sistema vascular.

Indivíduos de *P. adisi* acessam a superfície inferior dos folíolos para a sua alimentação. Nos folíolos em que houve a alimentação de *P. adisi*, a região de impacto promovido pela herbivoria se estendeu pelas células que compõem o limbo foliar. Os danos físicos e fisiológicos foram classificados em diretos e indiretos. Os impactos diretos se

referem à sucção do conteúdo do parênquima lacunoso. Os impactos indiretos são resultados de alterações fisiológicas no parênquima paliçádico e epiderme adaxial em consequência da injeção de enzimas salivares durante o ato de alimentação (Figura 2).

Discussão

As epidermes adaxial e abaxial de folíolos jovens de guaranazeiro possuem características anatômicas similares às estruturas de folíolos desenvolvidos, observadas por Medri et al. (1980). Essas características são características do gênero, relatadas em *Paullinia carpopodea* Camb. por Ferraz e Costa (1985) e encontradas em outros gêneros, *Cupania vernalis* Camb. e *Sapindus saponaria* L., descritas por Albiero et al. (2001) e Mundo e Duarte (2009). Observações sobre a anatomia do parênquima paliçádico revelaram características também presentes em folíolos desenvolvidos estudados em guaranazeiro por Areia (1966) e Albiero et al. (2001). Quanto ao parênquima lacunoso, este é formado por quatro estratos de células, a exemplo de *C. vernalis* Camb, de acordo com Mundo e Duarte (2009). Entretanto Areia (1966) observou o número de cinco estratos celulares, o que caracteriza certa variação em Sapindaceae.

Em folíolos atacados por *P. adisi* foi observado que o sítio de alimentação é o parênquima lacunoso e que os danos indiretos se estendem para todo o mesófilo e epidermes superior e inferior. Espécies de Thysanoptera são picadores-sugadores e se alimentam do conteúdo celular do mesófilo (Mound, 2005), embora haja pouca informação sobre as frações subcelulares que ingerem (Kim et al., 2019). Esse comportamento foi relatado por Peterson (1915) e observado em hemipteroides (Schachat; Labandeira, 2015). Entretanto, afirmações errôneas são descritas na literatura como sendo raspador-sugador e sugador de seiva (Gullan; Cranston, 1994; Yu et al., 2018; Medeiros; Villas Bôas, 2019).

Conclusões

Folíolos jovens de guaranazeiro apresentam camadas de células distintas e bem caracterizadas, semelhantes à estrutura de folhas desenvolvidas. Os tripses (*P. adisi*) possuem como sítio de alimentação células do parênquima lacunoso. Medidas de controle das populações devem usar substâncias de ação sistêmica para serem efetivas.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), ao Fundo Amazônia (TecFruti) e à Jayoro Agropecuária Ltda.

Referências

ALBIERO, A. L. M.; BACCHI, E. M.; MOURÃO, K. S. M. Caracterização anatômica das folhas, frutos e sementes de *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 23, p. 549-560, 2001.

AREIA, C. A. de. Anatomia da fôlha do guaraná *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke (Sapindaceae). **Rodriguésia**, n. 37, p. 297-312, 1966.

FERRAZ, C. L.; COSTA, C. G. *Paullinia carpopodea* Camb. (Sapindaceae). Anatomia foliar. **Rodriguésia**, v. 37, n. 62, p. 79-90, 1985.

GULLAN, P. J.; CRANSTON P. S. **The insects**: an outline of entomology. London: Chapman & Hall, 1994. 491 p.

KIM, K.; KIM, M. J.; HAN, S. H.; KIM, S. H.; KIM, J. H.; LEE, S. H. Amount and time course of ingestion of plant subcellular fractions by two thrips and one reference mite species. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 22, p. 733-736, 2019.

MOUND, L. A. Thysanoptera: diversity and interactions. **Annual Review of Entomology**, v. 50, p. 247-69, 2005.

MEDEIROS, A. de M.; VILLAS BÔAS, G. L. Tripses. In: AGÊNCIA EMBRAPA DE

INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA - AGEITEC. **Árvore do conhecimento:** tomate. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000fa2qor2s02wx5eo01xezlsdjerruk.html>. Acesso em: 23 jul. 2019.

MEDRI, M. E.; LLERAS, E.; VALOIS, A. C. Comparação anatômica entre folhas diplóides e poliplóides do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). **Acta Amazônica**, v. 10, n. 2, p. 283-288, 1980.

MUNDO, S. R.; DUARTE, M. do R. Caracteres morfoanatômicos de folha e caule de *Cupania vernalis* Cambess., Sapindaceae. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 2B, p. 599-606, 2009.

PEREIRA, J. C. R. (Ed.). **Cultura do guaranzeiro no Amazonas**. 4. ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 40 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Sistemas de Produção, 2).

PETERSON, A. Morphological studies on the head and mouth-parts of the Thysanoptera. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 8, n. 1, p. 20-66, 1915.

SCHACHAT, S. R.; LABANDEIRA, C. C. Evolution of a complex behavior: the origin and initial diversification of foliar galling by Permian insects. **The Science of Nature**, v. 102, n. 3-4, p. 14, 2015.

STRONG, D. R.; LAWTON, J. H.; SOUTHWOOD, S. R. **Insects on plants:** community patterns and mechanisms. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1984.

YU, D.; HUANG, P.; CHEN, Y.; LIN, Y.; AKUTSE, K. S.; LAN, Y.; WEI, H. Effects of flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on nutritional quality of banana (Zingiberales: Musaceae) buds. **PLoS one**, v. 13, n. 8, p. 1-9, 2018.

Desempenho do meio de cultura à base de farelo-vermiculita modificado na produção artificial de basidiocarpos de *Moniliophthora perniciosa*

Larissa Brasil Franco¹

Maria Geralda de Souza²

Marcelo Róseo de Oliveira³

Felipe Morais Cordeiro⁴

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do meio de cultura à base de farelo-vermiculita modificado na produção artificial de basidiocarpos de *Moniliophthora perniciosa* em diferentes recipientes (placa de Petri, embalagem de alumínio e pote de vidro), cobertura (hastes de cupuaçuzeiro, composto orgânico) sob fotoperíodo de 12 horas e temperatura de 25° C ± 1. A variável avaliada foi a produção de basidiocarpos em cada tratamento. Paralelamente foi avaliada a produção de basidiocarpos em condições de campo e vassoureiro (telados) em vassouras secas. O delineamento foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Houve a produção das “bolachas” em todos os meios e recipientes utilizados, não houve produção de basidiocarpos nas bolachas nem nas hastes no pote. Houve produção de basidiocarpos nas vassouras secas no campo e nos vassoureiros.

Termos de indexação: cupuaçuzeiro, Basidiomycota, vassoura-de-bruxa.

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

²Engenheira florestal, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³Biólogo, doutor em Biotecnologia, analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁴Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Performance of the modified bran-vermiculite based culture medium in the artificial production of *Moniliophthora perniciosa* basidiocarps

Abstract – The objective of this work was to evaluate the performance of the culture medium based on modified bran-vermiculite, in the artificial production of *Moniliophthora perniciosa* basidiocarps in different containers (Petri dish, aluminum packaging and glass pot), cover (cupuaçuzeiro stems), (organic compound) under 12 hours photoperiod and temperature of $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. The evaluated variable was the production of basidiocarps in each treatment. At the same time, basidiocarp production was evaluated in field conditions and in brooms (screened) on dry brooms. The design was completely randomized with four replications. There was the production of "crackers" in all media and containers used, there was no production of basidiocarps in the crackers or in the stems in the pot. Basidiocarps were produced in dry brooms in the field and in brooms.

Index terms: cupuaçuzeiro, Basidiomycota, witch's broom.

Introdução

O fungo *Moniliophthora perniciosa* é o patógeno causador da doença vassoura de bruxa, que tem entre os hospedeiros culturas economicamente importantes, como cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e cacau (*Theobroma cacao*). Esse fungo pertence à ordem Agaricales, família Marasmiaceae (Aime; Phillips-Mora, 2005). Para viabilizar a produção artificial de esporos desse fungo é fundamental o uso de substrato que condiciona bom crescimento micelial com alta esporulação. Para conhecer melhor o fungo e sua interação com os hospedeiros faz-se necessária a produção regular de basidiósporo do fungo, uma vez que esta é a única forma infectiva do patógeno (Bastos, 1986). Vários autores tiveram sucesso na tentativa de obter frutificação do fungo em meios de cultura (Purdy et al., 1983; Bastos;

Andebrhan, 1987; Pickering; Hedger, 1987; Purdy; Dickstein, 1990; Niella et al., 1999). Contudo, foi o trabalho de Griffith e Hedger (1993) que avançou na produção artificial de basidiocarpos de *M. perniciosa*. Isolado do fungo de cupuaçuzeiro foi testado pelo meio descrito por esses autores com sucesso por Stein et al. (1996). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do meio de cultura à base de farelo-vermiculita modificado na produção artificial de basidiocarpos de *M. perniciosa*.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Amazônia Ocidental. Preparou-se um meio sólido à base de farelo-vermiculita utilizando farelo de trigo e de soja. Os meios foram distribuídos em três recipientes: potes de vidro, placas de Petri e bandejas de alumínio (12 cm x 16 cm), com quatro repetições cada. Preparo do meio: 50 g de farelo de trigo/soja, 40 g vermiculita, 12 g de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e 1,5 de CaCO_3 , mais adição de 125 mL de água destilada. A mistura foi homogeneizada até a obtenção de uma textura consistente. Em seguida, 30 g da mistura foram distribuídos em cada recipiente e autoclavados. Posteriormente, na câmara de fluxo, foram repicados quatro discos de micélio, retirados da cultura e desenvolvidos em meio de batata-sacarose-ágar (BSA) por 7 dias, para os meios em pote de vidro e placa de Petri.

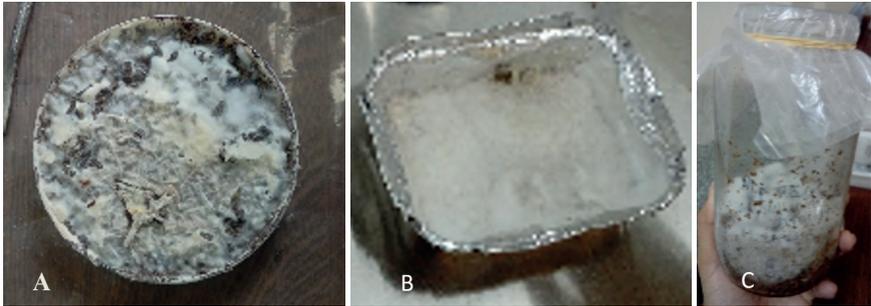
Para os meios em bandejas de alumínio foram repicados seis discos. Após a repicagem os materiais foram devidamente vedados e levados para sala de crescimento com temperatura de 25 °C por 3 semanas (Griffith; Hedger, 1993) para a incubação. Após a colonização total do meio, os recipientes foram abertos em câmara de fluxo e adicionados 15 g de cobertura constituída das seguintes combinações: mistura de 50 g de CaCO_3 , 50 g de vermiculita, 200 g de terra preta + vassoura seca triturada e adicionados 125 mL de água destilada nas bandejas e placas de Petri. Nos potes de vidro foi utilizada a mesma

cobertura, entretanto as vassouras trituradas foram substituídas por quatro hastes de 10 cm de vassoura seca autoclavadas, afixadas verticalmente ao meio; e quatro hastes de 10 cm de vassoura seca autoclavadas, afixadas verticalmente ao meio, foram usadas como cobertura. Posteriormente, os recipientes foram fechados e retornaram à sala de crescimento para mais 3 semanas de incubação. Após esse período, os meios totalmente colonizados pelo micélio (bolachas) foram colocados em redes plásticas (redes para laranja) e pendurados em vassoureira (caixa de vidro de 90 cm x 60 cm x 37cm) a 25 °C, com 12 horas de fotoperíodo (Niella et al., 1999). Os meios com as hastes colonizadas foram pendurados com as aberturas dos potes voltadas para baixo. Realizou-se o molhamento por 8 horas, com instalação de umidificador elétrico e com auxílio de atomizadores de água (800 mL/dia) para manutenção da umidade. Após 20 dias foi suspensa a irrigação por 4 dias (estresse hídrico) para a indução de produção dos basidiocarpos do fungo. Após o estresse hídrico foram feitas avaliações diárias quanto à produção de basidiocarpos. O delineamento foi em blocos casualizados com quatro repetições, um material por repetição. Utilizaram-se vassouras secas de cupuaçuzeiro em vassoureira sob condições naturais como parâmetro de produção de basidiocarpos nos meses do ano.

Resultados

O fungo colonizou completamente todos os meios à base de farelo-vermiculita em todos os recipientes utilizados (Figura 1). O mesmo resultado foi obtido após a adição da camada de cobertura. Entretanto não houve, em nenhuma das combinações (meio de cultura x cobertura e recipiente), produção de basidiocarpos nas bolachas formadas e penduradas (Figura 2).

O meio à base de farelo de soja proporcionou mais rapidez na colonização do fungo, com 7 dias em relação ao de trigo, que ocorreu com 13 dias. Houve produção de basidiocarpo do fungo em vassouras secas no campo e no vassoureira no mesmo período (Tabela 1).



Fotos: Maria Geralda de Souza

Figura 1. Colonização de *Moniliophthora perniciosa* em meio farelo-vermiculita em: placa de Petri (A); bandeja de alumínio (B); e pote de vidro (C).



Fotos: Maria Geralda de Souza

Figura 2. Bolachas penduradas – Colonização de *Moniliophthora perniciosa* em placa de Petri (A); bandeja de alumínio (B); e pote de vidro (C).

Tabela 1. Produção de basidiocarpos coletados em campo e vassoureiro nos meses de março, abril e maio.

Meses	Quantidade de Basidiocarpo	
	Vassoureiro	Campo
Março	110	59
Abril	323	213
Maio	38	112
Total	471	384

Discussão

Griffith e Hedger (1993) obtiveram mais de 70% de produção de basidiocarpos de diferentes isolados de *M. pernicioso* após 2-12 semanas da incubação das bolachas, numa média de 15 basidiocarpos por bolacha. Niella et al. (1999) avaliaram a produção de basidiocarpos isolados de cacau, com média de 9,23; 18,88 e 3,95 basidiocarpos por faces cobertas. Em cupuaçuzeiro, Stein et al. (1996) obtiveram produção de basidiocarpos em meio farelo-vermiculita após 70 dias da transferência das bolachas para o telado. No presente trabalho, apesar de não ter havido produção de basidiocarpos em meio artificial, observou-se, nas bolachas com a cobertura de terra preta após 1 semana, uma mudança na coloração, inicialmente branca com posterior escurecimento até ficar com uma cor púrpura. Essa coloração normalmente antecede o aparecimento dos primórdios dos basidiocarpos. Paralelamente, a produção no vassoureiro e campo em condições naturais começou no início de março com pico em abril até o mês de maio (Tabela 1). Outro fator importante para induzir a formação de frutificação de *M. pernicioso* em meios artificiais, visando à independência do campo, é o tempo de exposição das bolachas à umidade acima de 90% nas caixas de vidro, o que pode ter causado o apodrecimento precoce das bolachas antes da produção dos basidiocarpos. Segundo Nieuwenhuijzen (2007), isso explica por que a pulverização excessiva de água em cogumelos prejudica o amadurecimento, podendo provocar estragos nessa cultura, favorecendo o desenvolvimento de bactérias e causando o apodrecimento deles.

Quanto à terra de cobertura, aparentemente o melhor meio utilizado foi à base de Terra Preta de Índio (TPI). Segundo Teixeira (2008), a TPI é rica em matéria orgânica com elevada concentração de carbono. Verificou-se que a metodologia necessita de mais ensaios para ajustes principalmente na manutenção das bolachas no vassoureiro, no tempo de molhamento, na temperatura e quantidade de luz, e nos nutrientes na terra de cobertura para favorecimento da produção dos basidiocarpos.

Conclusões

Conclui-se que os meios de cultura à base de farelo-vermiculita modificado utilizados tiveram bom desempenho para a colonização do fungo, produzindo massa micelial. Entretanto, no período de avaliação do experimento, não houve produção de basidiocarpos de *M. pernicioso*.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de iniciação científica do Programa Pibic; a Ricardo Rebello Pessoa, técnico de apoio à pesquisa, pelo apoio e pelos ensinamentos no laboratório; a Pamela Keiko Harada, pelas sugestões apresentadas; e a Antônio Salomão Cruz, pelo apoio nos trabalhos de campo.

Referências

- AIME, M. C.; PHILLIPS-MORA, W. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. **Mycologia**, v. 97, p. 1012-1022, 2005.
- BASTOS, C. N. **Comparação morfológica e patológica de isolados de *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer**. Belém, PA: CEPLAC: DEPEA, 1986. p. 45-49. (CEPLAC. Informe Técnico).
- BASTOS, C. N.; ANDEBRHAN, T. In vitro production basidiospores of *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer, the causative agent of witches' broom disease of cocoa (*Theobroma cacao* L.). **Transactions of the British Mycological Society**, v. 88, n. 3, p. 406-409, Apr. 1987.
- GRIFFITH, G. W.; HEDGER, J. N. A novel method for producing basidiocarps of the cocoa pathogen *Crinipellis pernicioso* using a bran-vermiculite médium. **Netherland Journal of Plant Pathology**, v. 99, p. 227-230, 1993.

NIELLA, G. R.; CASTRO, H. A.; SILVA, L. H. C. P.; CARVALHO, J. A.

Aperfeiçoamento da metodologia de produção artificial de basidiocarpos de *Crinipellis pernicioso*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 523-527, 1999.

NIEUWENHUIJZEN, B. V. **O cultivo de cogumelos em pequena escala – 2:**

Agaricus e *Volvariella*. Wageningen: Bramvan Fundação Agromisa: CTA, 2007.

PICKERING, V.; HEDGER, J. N. Production of basidiocarps of the witch's broom pathogen *Crinipellis pernicioso* in vitro. **Transaction of the British**, v. 88, p. 404-406, 1987.

PURDY, L. H.; DICKSTEIN, E. R. Basidiocarp development on mycelial mats of *Crinipellis pernicioso*. **Plant Disease**, v. 74, p. 493-496, 1990.

PURDY, L. H.; TRESE, A. T.; ARAGUNDI, J. A. Proof of pathogenicity of *Crinipellis pernicioso* to *Theobroma cacao* using basidiopores produced in vitro cultures.

Revista Theobroma, v. 13, p. 157-163, 1983.

STEIN, R. L. B.; ITO, T.; ALBUQUERQUE, F. C. de; NASCIMENTO, R. M.

do. **Produção artificial de basidiocarpos de *Crinipellis pernicioso* do cupuaçuzeiro em meio de farelo-vermiculita**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1996. 15 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de pesquisa, 167).

TEIXEIRA, W. G. Terra Preta de Índio: fatos e mitos dos solos antrópicos da

Amazônia. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 12.; SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 10.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 7., 2008, Londrina. **FertBio 2008:** desafios para o uso do

solo com eficiência e qualidade ambiental: anais. Londrina: Embrapa Soja: SBCS:

IAPAR, UEL, 2008. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/186295/1/Teixeira-2008-Terra-Preta-Fatos-e-mitos.pdf>. Acesso

em: 26 abr. 2020.

Prospecção de substâncias inibitórias do crescimento micelial in vitro de *Moniliophthora perniciosa*, agente causal da vassoura de bruxa do cupuaçuzeiro

Felipe Morais Cordeiro¹

Maria Geralda de Souza²

Marcelo Róseo de Oliveira³

Francisco Célio Maia Chaves⁴

Larissa Brasil Franco⁵

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de óleos essenciais de plantas da família Piperacea sobre o desenvolvimento de micélio *Moniliophthora perniciosa*, isolado de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), pelo método de microdiluição. Isolados do fungo provenientes de basidiocarpos coletados de vassoura-de-bruxa de cupuaçuzeiro seca foram cultivados em meio de cultura batata-dextrose-sacarose-ágar (BDSA). Os testes foram realizados pela técnica de microdiluição (National Committee for Clinical Laboratory Standards, 2003) em meio líquido batata-sacarose (BS) e Tween a 0,5%, contidos em placas de células com 96 poços estéreis. Cada óleo essencial foi pesado e diluído em meio líquido de batata-sacarose (BS) + 200 µL de Tween a 0,5%, homogeneizado de modo a se obter as seguintes concentrações: 0 mg mL⁻¹, 11,990 mg mL⁻¹, 19,980 mg mL⁻¹, 33,310 mg mL⁻¹, 55,520 mg mL⁻¹, 92,530 mg mL⁻¹, 154,20 mg mL⁻¹, 257,00 mg mL⁻¹ e 428,4 mg mL⁻¹. Posteriormente,

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

²Engenheira florestal, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³Biólogo, doutor em Biotecnologia, analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Horticultura), pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁵Bolsista de Iniciação Científica, Paic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

300 μL do meio com o óleo em cada concentração foram distribuídos em placa de cultura de células de 96 poços. Após a distribuição seccionaram-se pequenos discos de micélio com 0,5 mm e repicados da extremidade de colônias do fungo com 5 dias de crescimento ativo. As placas foram fechadas e incubadas a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 72 horas. A eficiência dos óleos essenciais de *Piper aduncum*, *Piper hispidinervum*, *Piper dilatatum* e *Piper marginatum* foi superior a de outros óleos testados. Os óleos essenciais de *Piper captarianum* e *Piper hispidum* têm potencial para controle de *M. pernicioso*, sendo a redução do crescimento micelial diretamente proporcional ao aumento das concentrações.

Termos de indexação: microdiluição, óleos essenciais, Piperaceae.

Prospection of inhibitory substances of in vitro micelial growth of *Moniliophthora pernicioso*, causal agent of cupuaçuzeiro brown broom

Abstract – The purpose of this work was to evaluate the effect of essential oils from plants of the Piperaceae family on the mycelial development of *Moniliophthora pernicioso*, using the microdilution method. The fungus isolates were obtained from basidiocarps collected from dried cupuaçuzeiro witches' brooms and grown in potato, dextrose, sucrose and agar (BDSA). The tests were carried out by the microdilution technique (National Committee for Clinical Laboratory Standards, 2003) in potato, sucrose (BS) and 0.5% Tween liquid medium, contained in cell plates with 96 sterile wells. Each essential oil was weighed and diluted in liquid medium BS + 200 μL of 0.5% tween and homogenized in order to obtain the following concentrations: 0 mg mL^{-1} , 11,990 mg mL^{-1} , 19,980 mg mL^{-1} , 33,310 mg mL^{-1} , 55.520 mg mL^{-1} , 92.530 mg mL^{-1} , 154.20 mg mL^{-1} , 257.00 mg mL^{-1} and 428.4 mg mL^{-1} . Subsequently, 300 μL of the medium with the different concentrations of the oil were distributed in each well of the cell culture plate. Next, small mycelium discs, 0.5 mm in diameter, were

sectioned from the end of the fungus colonies, with five days of active growth, and deposited over each orifice. The plates were closed and the colonies incubated at $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 72 hours. The efficiency of a *Piper aduncun*, *Piper hispidinervum*, *Piper dilatatum* and *Piper marginatum* essential oils in reducing the mycelial growth of *M. pernicioso* was superior to the other tested oils and directly proportional to the increase in concentrations.

Index terms: microdilution, essential oils, Piperacea.

Introdução

O fungo *M. pernicioso* é o agente causal da vassoura de bruxa, principal doença do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). Além do cupuaçuzeiro, o fungo afeta outras espécies de plantas, inclusive do gênero *Theobroma*, sendo o *Theobroma cacao* o mais importante, em que o ataque severo da doença pode dizimar plantações (Bastos, 1990). As infecções do patógeno ocorrem nos tecidos meristemáticos das plantas, como os novos lançamentos foliares, flores, frutos jovens, provocando hiperplasias com intensas brotações nos ramos laterais, queda e secamento das flores e paralisação do crescimento e posterior mumificação dos frutos, o que acarreta sérios prejuízos aos agricultores (Lima; Souza, 1998). Em decorrência desses danos causados por vassoura de bruxa, diversas tentativas de controle dessa doença são desenvolvidas, tais como a poda fitossanitária, que consiste na remoção de partes doentes da planta, e uso de materiais resistentes à doença. Não há, até o momento, nenhum produto químico registrado para o controle da doença em cupuaçuzeiro, sendo que a busca por alternativas de controle, como o biológico, o uso de extratos, óleos essenciais e substâncias de plantas medicinais, por exemplo, pode caminhar para o desenvolvimento de um sistema de cultivo agrícola mais sustentável com menor uso de agrotóxico (Silva; Bastos, 2007). Portanto, a prospecção de substâncias capazes de influenciar o crescimento micelial de *M. pernicioso* in vitro, além

de permitir o desenvolvimento de uma metodologia eficiente para realização dessas análises, poderá contribuir posteriormente para conhecimento dos mecanismos moleculares relacionados à inibição do desenvolvimento do fungo, com efeito no desenvolvimento de formulações a serem utilizadas nas estratégias de controle da doença. Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de substâncias de óleos essenciais de plantas da família Piperacea sobre o desenvolvimento de micélio *M. perniciosa* isolado de cupuaçuzeiro pelo método de microdiluição.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Amazônia Ocidental. O isolado de *M. perniciosa* utilizado no experimento foi proveniente de basidiocarpos coletados de vassouras-de-bruxa de cupuaçuzeiro secas. O cultivo do micélio foi feito em meio de cultura batata-dextrose-sacarose-ágar (BDSA). Foram selecionados os óleos *P. marginatum*, *P. hispidum*, *P. aduncum*, *P. dilatatum*, *P. hispidinervum* e *P. capitarianum* para os testes quanto à inibição do crescimento micelial do fungo. Os óleos foram extraídos pelo processo de hidrodestilação em aparelho de Clevenger, no Laboratório de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Ocidental. Cada óleo essencial foi pesado e diluído em meio líquido de batata-sacarose (BS) + 200 μL de Tween a 0,5%, homogeneizado de modo a se obter as seguintes concentrações: 0 mg mL^{-1} , 11,990 mg mL^{-1} , 19,980 mg mL^{-1} , 33,310 mg mL^{-1} , 55,520 mg mL^{-1} , 92,530 mg mL^{-1} , 154,20 mg mL^{-1} , 257,00 mg mL^{-1} e 428,4 mg mL^{-1} . Posteriormente, 300 μL do meio com o óleo em cada concentração foram distribuídos em placa de cultura de células de 96 poços. Após a distribuição seccionaram-se pequenos discos de micélio com 0,5 mm, repicados da extremidade de colônias do fungo com 5 dias de crescimento ativo. Os discos foram imersos na solução de cada óleo em cada concentração por um período de 72 horas. Após esse tempo, eles foram repicados para placa de Petri contendo meio de batata-dextrose-saca-

rose-ágar (BDSA) e incubados a 25 °C. A avaliação foi realizada após 4 dias com a medição do diâmetro do crescimento radial da colônia. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições e nove concentrações.

Resultados

O crescimento micelial de *M. pernicioso* foi inibido totalmente a partir da concentração de 11,99 mg mL⁻¹ dos óleos essenciais de *P. aduncum*, *P. hispidinervum*, *P. dilatatum* e *P. marginatum* (Tabela 1).

Tabela 1. Diâmetro médio das colônias (cm) de *Moniliophthora pernicioso* com óleo essencial de *Piper*.

Concentrações (mg mL ⁻¹)	<i>Piper aduncum</i>	<i>Piper marginatum</i>	<i>Piper hispidinervum</i>	<i>Piper hispidum</i>	<i>Piper capitarianum</i>	<i>Piper dilatatum</i>
0	3,6	3,0	3,45	3,3	3,05	3,05
11,99	0	0	0	3,3	2,55	0
19,98	0	0	0	2,85	0	0
33,31	0	0	0	0,9	0	0
55,52	0	0	0	0,85	0	0
92,53	0	0	0	0	0	0
154,2	0	0	0	0	0	0
257,0	0	0	0	0	0	0
428,4	0	0	0	0	0	0

Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos da concentração inicial e a testemunha para o óleo essencial de *P. capitarianum* ($n = 36$; $t = 2$; $P < 0,092$) (Tabela 2), entretanto não houve crescimento micelial nas demais concentrações (Figura 1).

Tabela 2. Diâmetro médio das colônias de *Moniliophthora perniciosa* com óleo essencial de *Piper capitarianum*.

Concentrações (mg mL ⁻¹)	Diâmetro médio da colônia (mm)
0	28,25 a
11,99	26,25 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t ($P < 0,092$).

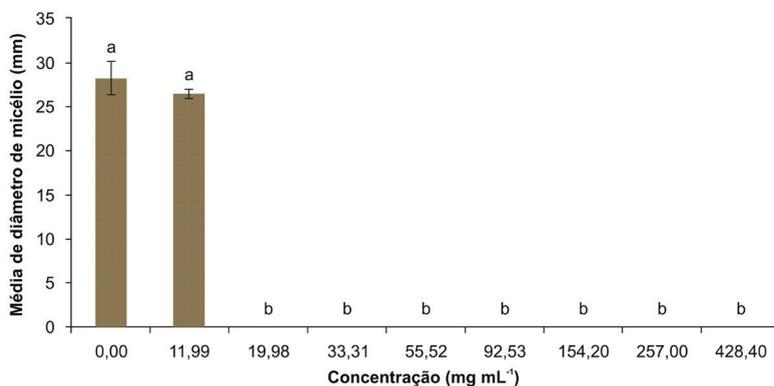


Figura 1. Crescimento micelial de *Moniliophthora perniciosa* nas diferentes concentrações de *Piper capitarianum*.

Fonte: Felipe Cordeiro (2019).

A inibição do crescimento do fungo pelo óleo essencial de *P. hispidum* ocorreu a partir da concentração de 92,53 mg mL⁻¹, entretanto houve diferença estatística entre os tratamentos das concentrações 33,31 mg mL⁻¹ e 55,52 mg mL⁻¹ ($n = 36$; $F = 82,133$; $P < 0,001$), (Figura 2).

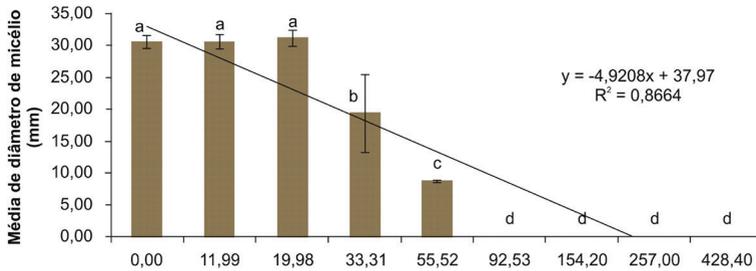


Figura 2. Crescimento micelial de *Moniliophthora perniciosa* nas diferentes concentrações de *Piper hispidum*.

*Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Bonferroni ($P < 0,001$).

Fonte: Felipe Cordeiro (2019).

Discussão

Os óleos essenciais de *P. marginatum*, *P. aduncum*, *P. hispidinervum* e *P. dilatatum* agiram como fungicida. Entre as atividades atribuídas ao óleo essencial de *P. aduncum* estão as: antibacterianas, inseticidas, larvicidas, de inibição das enzimas citocromo P450 e epoxidase (Pohlit et al., 2006; Silva; Bastos, 2007). Silva et al. (2013) verificaram que a germinação de esporos de *M. perniciosa* apresentou 100% de inibição nas concentrações de 0,5; 0,75; 1,00 $\mu\text{L}/\text{mL}$ de *P. hispidinervum*. Em seus estudos, Feitosa et al. (2016) observaram inibição total do crescimento micelial de *M. perniciosa* utilizando o método de disco de difusão nas concentrações de 25%, 50% e 75%/vv do óleo essencial de *P. marginatum*. Por outro lado, Silva e Bastos (2007) verificaram que o óleo de *P. marginatum* nas concentrações de 0,75 $\mu\text{L mL}^{-1}$ e 1 $\mu\text{L mL}^{-1}$ foi efetivo na inibição em 100% de crescimento dos fungos *Crinipellis perniciosa*. Diante desses resultados devem ser testadas concentrações menores que 11,99 mg mL^{-1} para os óleos de *P. marginatum*, *P. aduncum*, *P. hispidinervum* e *P. dilatatum*, para se determinar a concentração mínima de inibição do fungo.

Conclusão

Conclui-se que a eficiência dos óleos essenciais de *P. aduncun*, *P. hispidinervum*, *P. dilatatum* e *P. marginatum* foi superior a dos outros óleos testados. Os óleos essenciais de *P. capitarianum*, *P. hispidum* têm potencial para controle de *M. pernicioso*, sendo a redução do crescimento micelial diretamente proporcional ao aumento das concentrações.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela concessão da bolsa de iniciação científica do Programa Paic; ao Dr. Francisco Célio Maia Chaves, pela disponibilidade dos óleos essenciais; ao Dr. Adauto Maurício Tavares, pelas análises estatísticas; a Pamela Keiko Harada, pelas sugestões apresentadas; e a Ricardo Rebelo Pessoa, pelo apoio e ensinamentos no laboratório.

Referências

- BASTOS, C. N. **Epifitologia, hospedeiros e controle da vassoura-de-bruxa *Crinipetlls pernicioso* (Stahel) Singer**. Ilhéus, BA: CEPLAC/CEPEC, 1990. 21 p. (Boletim Técnico, 168).
- FEITOSA, A. J. C.; SOUZA, M. G. de; ALMEIDA, O. C.; SOUZA, A. das G. C. de; OLIVEIRA, M. R. de; CHAVES, F. C. M. Avaliação do óleo essencial de *Piper marginatum* sobre *Moniliophthora pernicioso*, causador da vassoura-de-bruxa no cupuaçuzeiro. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 12., 2015, Manaus. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 35-36. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144510/1/XII-Jornada-IC-35a36.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2020.

LIMA, M. I. P. M.; SOUZA, A. das G. C. de. **Diagnose das principais doenças do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) e seu controle**. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1998. 18 p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 9). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAA-2009-09/2032/1/Doc_9_98.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS – NCCLS. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically**. Approved standard M7-A6. Wayne, Pa, USA, 2003.

POHLIT, A. M.; PINTO, A. C. S.; MAUSE, R. *Piper aduncum* L.: planta pluripotente e fonte de substâncias fitoquímicas importantes. **Revista Fitos**, v. 2, n. 01, p. 7-18, jun./set. 2006.

SILVA, D. M. H.; BASTOS, C. N. Atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies de Piper sobre *Crinipellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 143-145, 2007.

SILVA, M. S.; SOUZA, M. G.; ALMEIDA, O. C.; SOUZA, A. C.; CHAVES, F. C.; MAJOLO, C.; TAVARES, A. M. Efeito do óleo essencial de *Piper hispidinervum* sobre *Moniliophthora pernicioso*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 46.; REUNIÃO BRASILEIRA DE CONTROLE BIOLÓGICO, 11., 2013, Ouro Preto. **Expofito**. Ouro Preto: UFV, 2013. 1 CD-ROM. Resumo:94-1. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91656/1/Cupuacu-46-Congresso-Brasileiro-de-Fitopatologia.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

Floresta

Método alternativo para quebra de dormência da castanha-do-brasil

Gabriela Bernardes Affonso¹

Roberval Monteiro Bezerra de Lima²

Resumo – A castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) é uma árvore de grande porte, relevante para a economia florestal da região Norte. A metodologia empregada para quebra de dormência consiste atualmente na retirada do tegumento que envolve o embrião, método que usa mecanismos rústicos demandando tempo e recursos. O objetivo desta pesquisa é analisar a quebra de dormência da semente de *B. excelsa* a partir do tratamento térmico em sala de termogerminação. Foram coletadas amostras da safra de 2018, 2019 e divididas em cinco tratamentos: 30 dias (T1), 60 dias (T2), 90 dias (T3) e 120 dias (T4). O grau de umidade para S2018 foi de 51,75% e 44,82% para S2019. A umidade decresceu 6,72% até o último tratamento. Os tratamentos 0 e 2 foram os únicos a apresentar níveis de diferença a partir do teste de Tukey. Não houve comportamento germinativo nas sementes de *B. excelsa* para a safra de 2019.

Termos de indexação: castanha-do-brasil, termogermador, germinação de sementes.

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

²Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Alternative method for breaking dormancy in brazil nuts

Abstract – The Brazilian nut (*Bertholletia excelsa* H.B) is a large tree relevant to the forest economy of the northern region. The methodology currently employed, consists in manual removal of the endocarp that surrounds the embryo, this method uses rustic mechanisms, demanding time and resources. The objective of this research is to break the dormancy period of *Bertholletia excelsa* seeds applying the heat treatment using a thermogermination room. Samples of the 2018, 2019 crops were collected and divided into 4 treatments: 30 days (T1), 60 days (T2), 90 days (T3) and 120 days (T4). Until the last treatment, there was a loss of humidity of 6.72%. The humidity degree for 2018 crop was 51.75% and 44.82% for 2019 crop. Treatments 0 and 2 were the only ones to present difference levels from the tukey test. It was not verified behavior germinative from *Bertholletia excelsa* seeds from 2019 crop.

Index terms: brazilian nut, thermal germinator, seed germination.

Introdução

A castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) é uma espécie arbórea da família Lecythidaceae, nativa da Amazônia, produtora de sementes oleaginosas ricas em proteínas de boa qualidade (Silva et al., 2009). Possui relevante valor econômico para a região Norte do País, apesar de a geração de mudas dessa espécie ocorrer por método de produção que demanda tempo e mão de obra. Esse processo de produção consiste na quebra de dormência das sementes a partir do trabalho manual de retirada do tegumento com uma prensa (Müller, 1982). Geralmente ocorre em condições insalubres, além de, por vezes, haver depreciação de sementes no processo. Por terem comportamento recalcitrante (Camargo, 1997), as sementes demoram em média de 6 meses a 1 ano para germinar em condições naturais. Objetivando encontrar outros métodos de quebra de dor-

mência, o presente trabalho busca estudar os efeitos do período de tratamento térmico em salas de termogerminação em sementes de castanha-do-brasil e seu vigor para duas safras diferentes, quantificar o grau de umidade antes e após os tratamentos e quantificar os efeitos dos tratamentos na germinação em sementeiras com serragem curtida e salas de germinação.

Material e Métodos

Realizou-se teste de grau de umidade em amostra simples para as safras de 2018 e 2019, antes e após os tratamentos, utilizando o método de estufa proposto no Manual de Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

As sementes utilizadas foram coletadas na Fazenda Aruanã, localizada no Km 215 da AM-010, município de Itacoatiara. Sementes da safra 2018 estavam armazenadas em areia úmida há aproximadamente 100 dias depois da colheita. Sementes da safra 2019 foram recém-colhidas, recebendo tratamento no dia posterior à quebra do fruto. Usou-se o método de tratamento térmico em salas de termogerminação, o qual consiste no confinamento das sementes em sacolas de policarbonato hermeticamente fechadas, em salas com temperaturas que variam entre $39\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ e umidade relativa de aproximadamente 80% de forma constante, durante período de tempo pré-estabelecido, com a intenção de levar a semente à germinação por tempo reduzido comparado ao tempo de germinação em ambiente natural. Seguiram-se as etapas, os métodos e materiais utilizados no processo de germinação conforme tratamento térmico estabelecido pela Circular Técnica Produção de Sementes Germinadas de Dendzeiro (*Elaeis guineenses*, Jacq.) na Embrapa (Lima et al., 2013). Em seguida, as sementes foram direcionadas à sala para germinação em temperatura ambiente, localizada no Laboratório de Agroenergia, na Embrapa Amazônia Ocidental, Km 29 da Rodovia AM-010, estrada Manaus-Itacoatiara.

A coleta de dados de germinação foi feita a partir da primeira semana a contar do primeiro dia de disposição do material após a saída do termogerminador. Foram estabelecidos os períodos de tempo em que as sementes se submeteram ao tratamento térmico: T1 (30 dias), T2 (60 dias), T3 (90 dias) e T4 (120 dias). As sementes com destino à sala de germinação receberam também o tratamento testemunha T0 (sem tratamento térmico algum) totalizando cinco tratamentos. As sementes foram escolhidas e separadas de forma inteiramente ao acaso, descartando-se somente aquelas que apresentavam inviabilidade (tegumento com ferimentos). Cada tratamento possuía cinco repetições, e cada lote, 40 sementes, totalizando 200 sementes para cada tratamento. Após a permanência dos tratamentos em sala de termogerminação, os lotes tiveram dois destinos: sementeira (localizada na Fazenda Aruanã), com serragem curtida; e sala de germinação (Laboratório de Agroenergia), alocados em sacos de polietileno hermeticamente fechados, com temperatura de 27 °C a 30 °C.

Para controle dos fungos, anteriormente à entrada do experimento nas salas de termogerminação, foi aplicado tratamento químico seguindo normas de segurança e uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) (Lima et al., 2013). Foi feita a submersão dos lotes de sementes em solução fungicida solubilizada em água por 10 minutos. Cada destinação recebeu verificação de dados de germinação a cada 10 dias.

Resultados

Para grau de umidade da castanha foram encontrados: na safra 2018, 51,75%; na safra 2019, 44,82%. Houve uma queda no grau de umidade das sementes de até 23% ao longo dos 120 dias de tratamento recebido, com uma diferença de 6,32% de umidade, em média, a cada tratamento.

Os dados foram coletados durante 36 semanas e analisados estatisticamente, cujos resultados são apresentados a seguir (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Análise de variância da germinação em sementeira referente à safra 2018.

	GL	SQT	SQM	F-valor	Pr (>F) ¹
Tratamentos	4	13,76	3,44	0,02115	*
Resíduos	20	18,80	0,94	-	-
Total	24	-	-	-	-

¹Códigos: 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 !' 0.1 ' ' 1 representam o nível de significância do teste F.

Tabela 2. Análise de variância da germinação em sala de germinação referente à safra 2019.

	GL	SQT	SQM	F-valor	Pr (>F) ¹
Tratamentos	4	0,96	0,24	0,522	0,721
Resíduos	20	9,20	0,46	-	-
Total	24	-	-	-	-

Os resultados da Anova para o teste F, descritos na Tabela 1, indicam que houve diferença em nível de 5% de probabilidade para a safra 2018 entre os tratamentos alocados em sementeira. Para os tratamentos térmicos que foram destinados à sala de germinação, a Tabela 2 indica que não há níveis de diferença entre eles. Foram elaborados gráficos para representar as médias (Figura 1) e teste de Tukey para a safra 2018.

O resultado da análise de variância (Tabela 1) e do teste de Tukey (Figura 2) do número de sementes germinadas em sementeira indicou que houve diferença entre os tratamentos que não receberam tratamento térmico (trat0) e o tratamento térmico por 60 dias (trat2). Contudo o número de sementes germinadas foi muito baixo, não permitindo resultado conclusivo.

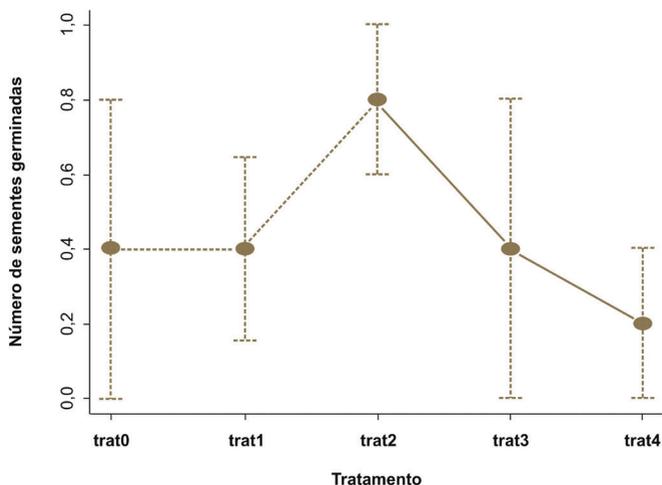


Figura 1. Média e desvio-padrão de sementes germinadas em sala de germinação safra 2018 (trat0 = 0 dias; trat1 = 30 dias, trat2 = 60 dias, trat3 = 90 dias, trat4 = 120 dias).

Fonte: Roberval Lima.

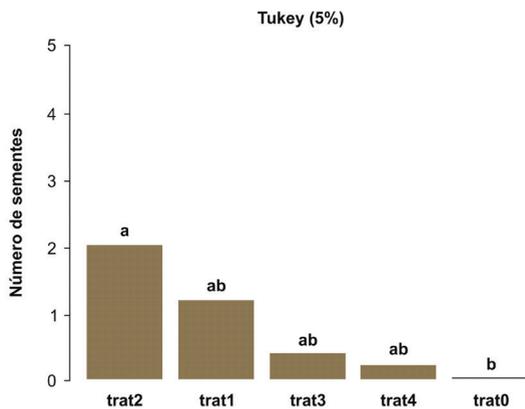


Figura 2. Número de sementes germinadas na sementeira e resultado do teste de Tukey ($p < 0,005$) para safra 2018 (trat0 = 0 dias; trat1 = 30 dias, trat2 = 60 dias, trat3 = 90 dias, trat4 = 120 dias).

Fonte: Roberval Lima.

Quanto à análise da germinação, na sala de germinação não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 2). Verificou-se baixa germinação (1 a 3 sementes) para todos os tratamentos.

Não houve germinação para nenhum tratamento da safra 2019 das sementes postas para germinar em sementeira com substrato de serragem curtida, até o fim das 36 semanas de observação.

Discussão

O resultado obtido para o grau de umidade das sementes reforça as análises de Silva et al. (2009), que verificaram o aumento do grau de umidade para sementes armazenadas em areia úmida. De acordo com Cunha (1995, apud Medeiros; Eira, 2006, p. 04), *B. excelsa* entra no grupo de sementes que possuem comportamento recalcitrante, portanto é necessário manter a umidade das sementes, o que não foi viabilizado pelo uso do processo de termogerminação.

Sugerem-se estudos futuros que utilizem outros métodos, como, por exemplo, o desponte das extremidades do mesocarpo da semente com alicate de poda.

Conclusões

Conclui-se que não houve efeitos na indução da germinação dos tratamentos térmicos aplicados com termogerminador nos tempos de exposição aos 30, 60, 90 e 120 dias propostos para a espécie *B. excelsa*.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam) e à Embrapa Amazônia Ocidental, pela oportunidade da concessão de bolsa e projeto de iniciação científica; ao grupo responsável pela Fazenda Aruanã, pela disponibilidade e disposição aos serviços prestados; ao meu orientador e à equipe do Laboratório de Dendê e Agroenergia; e ao meu querido avô, que sempre me deu apoio.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 308 p.

CAMARGO, I. P. de. **Estudos sobre a propagação da castanheira do brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.)**. 1997. 126 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LIMA, W. A. A. de; CUNHA, R. N. V. da; LOPES, R.; GREEN, M.; ABREU, S. C.; SIMONETTI, R. **Produção de sementes germinadas de dendezeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq.) na Embrapa**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2013. 14 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 41). Disponível em: <http://ainfo.cnpq.br/digital/bitstream/item/100641/1/Circ-Tec-41.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2019.

MEDEIROS, A. C. de S.; EIRA, M. T. S. da. **Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 13 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 127).

MÜLLER, C. H. **Quebra da dormência da semente e enxertia em castanha-do-brasil**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1982. 40 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 16).

SILVA, A. N. da; COELHO, M. de F. B.; GUIMARÃES, S. C.; ALBUQUERQUE, M. C. de F. e. Germinação de sementes de castanheira-do-pará armazenadas em areia úmida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1431-1436, nov. 2009.

Monitoramento do efluxo de CO₂ para avaliação de sistemas de uso da terra na região central do Amazonas

Abner Silva Leite¹

Roberval Monteiro Bezerra de Lima²

Resumo – Os solos das florestas tropicais têm participação significativa na dinâmica de processos químicos e físicos da atmosfera, uma vez que atuam como fonte e sumidouro de vários gases, principalmente o dióxido de carbono (CO₂). As estimativas desses estoques são relevantes em nível regional para a melhoria da gestão do uso da terra e em nível global para solucionar questões abertas sobre as alterações globais. Este projeto teve como objetivo monitorar o efluxo de CO₂ mensal proveniente do solo da região da Amazônia Central, comparando uma área de plantio com uma área de floresta nativa em função das variações nas condições ambientais. As medições foram realizadas de novembro/2018 a março/2019 com auxílio do Sistema de Câmara Fechada (Semach-FG). Houve diferença significativa entre as médias de CO₂ obtidas mensalmente sob o teste T, a 5% de significância; entre os sítios estudados, os valores médios do efluxo de CO₂ na floresta e no plantio foram de 4,17 e 2,75 μmol CO₂m⁻²s⁻¹, respectivamente. As análises de regressão mostraram que as variáveis edafoclimáticas umidade e temperatura do ar exercem maior influência no efluxo de CO₂ da floresta, e a temperatura e umidade do ar, no plantio.

Termos de indexação: efluxo de CO₂, variáveis edafoclimáticas, floresta nativa, plantio.

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

²Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Monitoring of CO₂ efflux to evaluation of land use systems in the Central Amazon region

Abstract – The soils of tropical forests have a significant participation in the chemical and chemical processes of the atmosphere, since they act as a source and sink for various gases, mainly carbon dioxide (CO₂), as those using these stomata are relevant at the regional level for a improving land use management and globally to solve open problems about global change. This project aimed to monitor the monthly proven CO₂ efflux in the Central Amazon region, comparing a planting area with an area of native forest according to environmental conditions. As measurements were made with the help of the Closed Chamber System (Semach-FG) from November/2018 to March/2019. There was a significant difference between the CO₂ media selected monthly, under the T test, at 5% significance, between the In the studies studied, the average values of CO₂ flow in the forest and without a plant were 4.17 and 2.75 $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$, respectively. As regression analyzes shown as edaphoclimatic variables, the temperature and temperature of the exercise have a greater influence on the CO₂ flow of the forest and temperature and temperature and humidity at planting.

Index terms: CO₂ flow, edaphoclimatic variables, native forest, planting.

Introdução

Grandes quantidades de carbono (C) são liberadas do solo para a atmosfera, principalmente o CO₂, gás resultante da respiração autotrófica e heterotrófica (Bond-Lamberty; Thomson, 2010). Esse processo está diretamente relacionado a diversos fatores, tais como temperatura, umidade do solo, textura do solo, deposição de serrapilheira, biomassa radicular e atividade microbológica (Dias et al., 2010). Tais fatores são geralmente influenciados por mudanças no uso e na cobertura do solo.

As estimativas desses estoques são relevantes em nível regional para a melhoria da gestão do uso da terra (agricultura e silvicultura) e globalmente para solucionar questões abertas sobre as alterações globais, incluindo as mudanças climáticas (Oertel et al., 2016). Este trabalho teve como objetivo monitorar o efluxo de CO_2 mensal proveniente do solo da região da Amazônia Central, comparando uma área de plantio com uma área de floresta nativa em função das variações nas condições ambientais.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido na Unidade da Embrapa Amazônia Ocidental, localizada na Rodovia AM-010, Km 29, Manaus, AM. Foram utilizadas duas áreas distintas, uma com plantio de copaíba e outra com floresta nativa, com instalação de quatro pontos de medição em cada área. Antes da amostragem de CO_2 é necessária a instalação dos anéis de PVC, aos quais se acoplou a câmara. Esse anel possui uma borracha interna para melhor vedação entre o solo e a câmara e proporciona uma base fixa para as medições.

A quantificação do efluxo de dióxido de carbono (CO_2) a partir do solo foi realizada com o uso do sistema de câmara fechada (Semach-FG), feita com três repetições de 5 minutos em cada ponto de medição e um intervalo de 3 minutos entre as repetições (Matschullat; Lima, 2017), no período de novembro/2018 a março/2019, totalizando 5 meses. A caracterização das condições edafoclimáticas temperatura e umidade do ar e do solo foi registrada durante as medições nos locais.

Os dados foram tabulados no programa Excel e calculadas as medidas para cada ponto de medição e seus respectivos desvios-padrões. Utilizou-se o método de cálculo de fluxo simplificado de CO_2 (Figura 1) para que a variação fosse dada em $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$:

$$F_{CO_2} = \frac{\Delta V_{CO_2} * V_{ch} * P_{ch} * 100}{60 * R * (T_{ch} + 273,15) * A_{ch}}$$

Em que:

F_{CO_2} = Fluxo de CO_2 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

V_{ch} = Volume da câmara

ΔV_{CO_2} = Variação de CO_2 [ppm (V/V) por minuto]

P_{ch} = Pressão do ar dentro da câmara (mbar)

R = Constante universal dos gases ($\text{KJ mol}^{-1} \text{K}^{-1}$)

T_{ch} = Temperatura dentro da câmara ($^{\circ}\text{C}$)

A_{ch} = Superfície de base do sistema da câmara (m^2).

Utilizou-se a regressão linear simples para estimar as variáveis da respiração do solo em função das variáveis edafoclimáticas.

Resultados

Houve diferença significativa entre as médias de CO_2 obtidas mensalmente, com exceção do mês de novembro, sob o teste t a 5% de significância, entre os sítios estudados, as médias de CO_2 variaram entre 2,36 e 3,33 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e 2,42 e 5,11 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ na área de plantio e floresta, respectivamente (Tabela 1). Diferença significativa também houve entre as médias gerais de cada sítio, 2,75 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ para o plantio e 4,17 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ para a floresta, mas não foram encontradas diferenças significativas entre as médias dentro dos sítios ao longo do período avaliado, com exceção do mês de novembro, no sítio floresta, comparado aos demais meses.

Tabela 1. Médias e desvio-padrão mensais do efluxo de CO₂ por sítio.

Mês	CO ₂ (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	
	Plantio	Floresta
Novembro	2,56 (±0,46)a	2,42 (±1,72)a
Dezembro	2,84 (±1,07)a	4,57 (±0,76)b
Janeiro	3,33(±0,32)a	4,11 (±1,14)b
Fevereiro	2,36 (±0,87)a	4,65 (±1,47)b
Março	2,67 (±0,89)a	5,11 (±1,52)b

Os resultados da análise de regressão para predição de efluxos de CO₂, na Tabela 2, mostraram que a capacidade de predição do efluxo de CO₂ para a floresta, da variável umidade do ar, é melhor do que no plantio, conforme os coeficientes de determinação R² = 0,1953, de forma semelhante ao que ocorreu para a variável temperatura do ar, sendo mais influente na floresta. Já as variáveis umidade do solo e temperatura do solo exerceram maior influência e capacidade de predição no sistema plantio, com R² = 0,2988 e R² = 0,2336, para cada variável respectivamente.

Tabela 2. Valores de R² provenientes das análises de regressão.

Variáveis	R ²	
	Plantio	Floresta
Umidade do ar	0,0861	0,1953
Umidade do solo	0,2988	0,1385
Temperatura do ar	0,0689	0,3663
Temperatura do solo	0,2336	0,1566

Discussão

A média geral do efluxo de CO₂ para o plantio e para a floresta, neste estudo, foi bem menor que a encontrada por Valentini et al. (2008), que foi de 8,29 μmol m⁻²s⁻¹ para uma área de floresta de tran-

sição em Mato Grosso, mas esteve bem próximo aos valores obtidos por Chambers et al. (2002), com efluxo de $3,80 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, em que o efluxo de CO_2 do solo foi estimado por meio de uma câmara estática.

Os testes de regressão para predição de efluxos de CO_2 em função das variáveis edafoclimáticas mostraram haver maior influência dos fatores temperatura e umidade do ar na floresta e temperatura e umidade do solo no plantio, algo que se assemelha ao que foi encontrado por Pinto-Junior et al. (2009), em que houve uma fraca correlação entre o efluxo de CO_2 e a umidade e a temperatura do solo em uma floresta de transição, e Capucho (2016), que verificou uma correlação positiva entre o efluxo de CO_2 e a umidade do solo em uma área de plantio.

Conclusões

Com base nos resultados é possível concluir que o efluxo de CO_2 , obtido mensalmente sob o teste t a 5% de significância, no sistema de floresta, é maior que o observado no plantio, com exceção do mês de novembro.

Os testes de regressão mostraram que a capacidade de predição do efluxo de CO_2 para a floresta é mais influenciada pelas variáveis temperatura e umidade do ar, acontecendo o inverso na capacidade de predição do efluxo de CO_2 para plantio, sendo mais influenciada pela temperatura e umidade do solo.

Referências

BOND-LAMBERTY, B.; THOMSON, A. Temperature-associated increases in the global soil respiration record. **Nature**, n. 464, p. 579-582, 2010.

CAPUCHO, M. E. O. V. **Emissão de CO₂, temperatura e umidade do solo sob diferentes sistemas de cobertura de solo no cultivo de yacon**. 2016. 26 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro.

CHAMBERS, J. Q.; TRIBUZY, E. S.; TOLEDO, L.; CHISPIM, B. F. O.; HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; ARAUJO, A. C.; KRUIJT, B.; NOBRE, A. D.; TRUMBORE, S. E. Respiration from a tropical forest ecosystem partitioning of sources and low carbon use efficiency. **Ecological Application**, v. 14, n. 4, p. S72-S88, 2002. Supplement.

DIAS, A. T. C.; RUIJVEN, J. van; BERENDSE, F. Plant species richness regulates soil respiration through changes in productivity. **Oecologia**, v. 163, n. 3, p. 805-813, 2010.

MATSCHULLAT, J.; LIMA, R. M. B. Examining soil/ecosystem respiration in the Amazon basin. **Environmental Earth Science**, v. 76, p. 141, 2017.

OERTEL, C.; MATSCHULLAT, J.; ZURBA, K.; ZIMMERMANN, F.; ERASMI, S. Greenhouse gas emissions from soil – a review. **Geochemistry**, v. 76, n. 3, p. 327-352, Oct. 2016.

PINTO-JUNIOR, O. B.; SANCHES, L.; DALMOLIN, A. C.; NOGUEIRA, J. S. Efluxo de CO₂ do solo em floresta de transição Amazônia Cerrado e em área de pastagem. **Acta Amazônia**, v. 39, n. 4, p. 813, 822, 2009.

VALENTINI, C. M. A.; SANCHES, L.; PAULO, S. R. de; VOURLITIS, G. L.; NOGUEIRA, J. S.; PINTO-JÚNIOR, O. B.; LOBO, F. de A. Soil respiration and aboveground litter dynamics of a tropical transitional forest in northwest Mato Grosso, Brazil. **Journal of Geophysical Research**, v. 113, n. 1, p. 1-11, 2008.

Melhoramento Genético

Micropropagação de bananeira Pacovan em biorretor de imersão temporária

Daniele Simões Araújo¹

Cibelle Azamora dos Santos²

Eduardo José Dias da Silva¹

Ricardo Lopes³

Pamela Keiko Harada⁴

Resumo – O uso de biorreatores de imersão temporária (BIT) podem ser mais eficientes em comparação à micropropagação em meio semissólido (MSS). O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial de BIT na multiplicação *in vitro* de banana 'Pacovan'. Gemas de banana 'Pacovan' foram utilizadas para micropropagação em MSS e BIT, utilizando o meio de cultura MS + 30 g L⁻¹ de sacarose + 2,5 mg L⁻¹ de benzilaminopurina (BAP), sem e com suplementação de 0,25 mg L⁻¹ de ácido indolacético (AIA). As culturas foram mantidas em sala de crescimento com temperatura de 25 °C ±2 °C e fotoperíodo de 16 horas. Realizaram-se quatro subcultivos a cada 30 dias e ao final comparou-se o número de

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

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

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

⁴Engenheira de alimentos, mestra em Processos Biotecnológicos, analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

brotos obtidos. No MSS foi obtida maior produção de brotos, indicando a necessidade de otimização do BIT para que este seja mais eficiente. A adição de AIA não teve efeito no número de brotações independentemente dos ambientes de cultivo.

Termos de indexação: *Musa* sp., platano, propagação in vitro.

Micropropagation of banana Pacovan using temporary immersion bioreactors

Abstract – The use of bioreactors of temporary immersion (BTI) may be more efficient than micropropagation in semisolid medium (SSM). The aim of this study was to evaluate the potential of BTI to micropropagation of 'Pacovan' banana. Gems 'Pacovan' banana were used to micropropagation in SSM and BIT, using MS culture medium with 30 g L⁻¹ sucrose, 2.5 mg L⁻¹ benzylaminopurine (BAP), with and without supplementation of 0.25 mg L⁻¹ indolacetic acid (AIA). The cultures were kept in a growth room with temperature of 25 °C ± 2 °C and photoperiod of 16 hours. Four subcultures were conducted and, in the end, evaluated the total number of shoots obtained. In SSM a larger number of shoots was produced than BTI, this result indicates the need of improved in the BTI system so that it is more efficient. IAA addition had no effect in the number of shoots produced, regardless of the system cultive.

Index terms: *Musa* sp., plantain, in vitro propagation.

Introdução

Biorreatores são equipamentos para cultivo sob imersão temporária ou permanente de células, gemas, embriões ou qualquer tipo de propágulo que possa ser utilizado na micropropagação de plantas (Teixeira, 2002). A adaptação dessa tecnologia para as fábricas de produção massal de plantas (biofábricas) ocorreu por motivo de

problemas enfrentados na produção de mudas *in vitro* pelo processo tradicional em meio semissólido, no qual se utilizam frascos de vidro pequenos e selados. Dentre as vantagens relacionadas ao uso de biorreatores citam-se diminuição dos custos, aumento da qualidade das plantas produzidas, diminuição de mão de obra e aparelhos. Além disso necessita-se de espaço reduzido para os cultivos, há aumento significativo da taxa de multiplicação, menor estresse gasoso e mecânico, maior uniformidade das plantas produzidas e facilidade na aclimatização dos materiais cultivados. Como desvantagem tem-se a ocorrência de contaminação, que leva à perda de grande número de plantas e ao alto custo inicial de instalação do biorreator (Barrueto Cid, 2014; Gerald; Lee, 2014).

Dentre os diversos modelos de biorreatores desenvolvidos para o cultivo vegetal destacam-se os de imersão temporária, que são equipamentos fundamentados no princípio de que as plantas se desenvolvem melhor e mais rapidamente quando cultivadas em intervalos regulares de imersão em meio líquido seguido de drenagem (Debergh, 1982). Muito embora existam protocolos de micropropagação para várias culturas via sistema convencional (meio semissólido), tal como a bananeira, a automação desse processo com a adoção de biorreatores requer ajustes dos meios nutritivos no regime de imersão, nas dosagens específicas de oxigênio, nitrogênio e de gás carbônico, entre outros. De acordo com Lemos (1996), a composição do meio de cultura, o contato do meio com os tecidos e a sua oxigenação parecem influir fortemente na capacidade micropropagativa dos explantes.

De acordo com os resultados relatados na literatura, referentes ao uso de biorreatores para micropropagação da bananeira, justifica-se o desenvolvimento de protocolo específico para a multiplicação da bananeira Pacovan, amplamente produzida e consumida no Amazonas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas, em esquema fatorial simples, com dois ambientes de cultivo (biorreator e meio semissólido) e duas composições de meio (com e sem ácido indolacético) no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada unidade experimental representada por um frasco com oito explantes.

Como explantes foram utilizadas gemas laterais e apicais retiradas de mudas de banana 'Pacovan' do tipo chifrinho. O material coletado no campo foi levado ao laboratório para limpeza inicial, eliminando-se camadas externas até reduzir os explantes para dimensões aproximadas de 3 cm a 4 cm de pseudocaule e 3 cm a 4 cm de rizoma. Os explantes foram limpos em água com detergente comercial, lavados em água corrente e levados em recipiente contendo água estéril para a câmara de fluxo laminar, previamente esterilizada. A desinfestação foi feita com álcool 70% + Tween 20 por 2 minutos, seguida de tratamento com solução de hipoclorito de sódio comercial a 50% por 10 minutos, depois lavagem em água destilada estéril. Em seguida foi realizada a redução dos explantes retirando-se as bainhas de folhas até a obtenção de gemas com 1,5 cm a 2,0 cm, que permaneceram imersos em solução antioxidante até o momento de serem inoculados no meio de cultura.

O estabelecimento dos explantes (subcultivo 0) foi feito em meio de cultura basal composto por sais e vitaminas do meio MS (Murashige; Skoog, 1962), suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose e geleificado com 0,6% de ágar e pH ajustado a 5,8, previamente autoclavados a 121 °C por 15 minutos e 1,2 atm de pressão. Nos 10 primeiros dias, os explantes foram mantidos em ambiente escuro em sala de crescimento com temperatura de 25 °C ± 2 °C, sendo ao final contabilizados e eliminados aqueles contaminados e/ou oxidados. Após 20 dias, as culturas foram transferidas para ambiente com lumi-

nosidade de 30-40 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ obtida com lâmpadas LED e fotoperíodo de 16 horas. O subcultivo 0 foi conduzido por 30 dias, quando foi iniciada a fase de multiplicação nos diferentes tratamentos.

Para multiplicação os explantes foram transferidos para dois ambientes de cultivo: (1) frascos de biorreatores de imersão temporária contendo meio líquido e (2) frascos com meio de cultura semissólido. Em ambos os ambientes de cultivo foi utilizado o meio MS suplementado com 30 g L^{-1} de sacarose e 4,5 mg L^{-1} de benzilaminopurina (BAP), sem e com a suplementação de 0,25 mg L^{-1} de ácido indolacético (AIA). No meio semissólido foi utilizado o agente geleificante ágar (0,6%).

No sistema de biorreatores foi utilizado frasco de vidro com volume de 2,5 L e 200 mL a 400 mL de meio MS líquido de acordo com a fase de cultivo. O aumento no volume do meio foi necessário, pois, com a multiplicação dos explantes, o volume inicial se tornou insuficiente para nutrição adequada dos brotos gerados. No cultivo em meio semissólido, no primeiro e segundo subcultivos foram utilizados frascos de vidro com volume de 1,3 L e 200 mL de meio MS, no terceiro e quarto subcultivos foram utilizados frascos de vidro com volume de 0,2 L e 40 mL de meio de cultura.

O tempo de imersão dos explantes no biorreator foi de 10 minutos com intervalos de 4 horas. Foram realizados quatro subcultivos com duração de 30 dias nos dois primeiros subcultivos e de 15 dias nos dois subsequentes. O tempo de subcultivo foi reduzido devido à oxidação dos explantes; e o aumento no consumo do meio, devido ao aumento do número de brotações. No momento da transferência do material para os subcultivos, as brotações emitidas foram individualizadas.

Após os subcultivos da fase de multiplicação, as brotações de ambos os sistemas (MSS e BIT) foram transferidas para meio de enraizamento semissólido em frascos. Nessa fase foi utilizado o meio

MS com metade da concentração de sais/nutrientes do meio completo. Na transferência do meio de multiplicação para o de enraizamento foi contabilizado o número total de brotos obtidos a partir de cada unidade experimental. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de médias (Tukey, $p < 0,05$).

Resultados

Os resultados da análise de variância indicaram efeito significativo para ambiente de cultivo, ou seja, que existe diferença entre os tratamentos biorreator de imersão temporária (BIT) e meio semissólido (MSS), contudo não foram significativos os efeitos da adição do AIA no meio de cultivo, bem como da interação entre ambiente de cultivo e AIA (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da Anova para número de brotos de bananeira Pacovan obtido a partir da micropropagação em dois ambientes de cultivo (meio semissólido e meio líquido em biorreator) utilizando meio de cultura MS com benzilaminopurina, sem e com a adição de ácido indolacético (AIA).

Fonte de variação	GL	QM	F	Probabilidade
Ambiente de cultivo (AC)	1	421673	5,9696	0,04036 *
AIA (A)	1	2545	0,0360	0,85419 ns
ACxM	1	19373	0,2743	0,61468 ns
Resíduo	8	70637	CV = 70,87%	

* e ns, respectivamente, significativo e não significativo pelo teste F ($P < 0,05$).

O número de brotações de bananeira Pacovan obtido por unidade experimental em MSS (533,4) foi estatisticamente superior ao obtido no BIT (153,2), já as médias referentes aos tratamentos com (357,6) e sem (392,3) AIA não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação do número médio de brotações de bananeira Pacovan obtido a partir do cultivo em meio líquido em biorreator e em meio semissólido.

Ambiente de cultivo		Composição do meio de cultivo	
Biorreator	53,2 b	MS+BAP	392,3 a
Semissólido	533,4 a	MS+BAP+AIA	357,6 a

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

Discussão

O número médio de brotações obtido no cultivo em MSS foi superior ao BIT, diferente dos resultados da literatura, que indicam que a taxa de multiplicação de brotos de bananeira em BIT é superior à obtida em MSS (Lemos et al., 2001; Debiasi, 2014). Esse resultado, divergente da literatura, pode ser devido à necessidade de ajustes no sistema de cultivo no biorreator, por exemplo: tempo de imersão, intervalo entre tempo de imersão, tempo de subcultivo e volume de meio. Diferente do sistema de cultivo em biorreator, a metodologia para micropropagação in vitro da bananeira Pacovan utilizando meio semissólido foi anteriormente otimizada no laboratório (Façanha et al., 2017, 2018).

Na primeira tentativa de cultivo no biorreator, todas as unidades experimentais foram perdidas por contaminação, por isso foi preciso reinoculação dos explantes para realização do experimento. A contaminação decorreu do excesso de manipulação dos frascos do sistema do biorreator, isso devido a vazamentos de ar, o que exigiu a troca de tampas e conexões, aumentando assim o risco de contaminação. Destaca-se que o sistema utilizado não é comercial, e sim construído no laboratório, e necessita de aperfeiçoamento. Durante o experimento foram realizadas melhorias no sistema de vedação das conexões, reduzindo vazamentos e evitando maior manipulação para reparos, o que refletiu na redução da contaminação das unidades amostrais. A perda final de unidades amostrais foi de 37,5% no sistema de biorreator e de 12,5% no cultivo em meio semissólido.

Recomenda-se que os próximos experimentos sejam realizados com variação no tempo de imersão dos explantes e no tempo de intervalo entre os períodos de imersão, bem como ajuste no volume de meio de cultura utilizado nos frascos.

Conclusão

O meio semissólido foi superior na indução de brotações em relação ao biorreator. Variáveis do cultivo em biorreator, como tempo de imersão, volume do meio e tempo de subcultivo, precisam ser ajustadas para obter maior taxa de multiplicação.

O regulador de crescimento AIA não teve efeito no número de brotações obtido, independentemente do ambiente de cultivo.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de Iniciação Científica do Programa Pibic; à assistente do Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental Rosimar Fernandes de Souza, pelo apoio nas atividades de laboratório; e à Fazenda Amazônia, por disponibilizar as mudas utilizadas para obtenção dos explantes.

Referências

BARRUETO CID, L. P. (Ed.). **Cultivo in vitro de plantas**. 3. ed. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 325 p.

DEBERGH, P. C. Physical properties of culture media. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT TISSUE AND CELL CULTURE, 5., 1982, Tokyo. **Plant tissue culture 1982**; proceedings. Tokyo: Japanese Association for Plant Tissue Culture, 1982. p. 135-136.

DEBIASI, C. Utilização de biorreatores de imersão temporária em uma biofábrica de cultura de tecidos vegetais. In: GERALD, L. T. S. **Biofábricas de plantas: produção industrial de plantas in vitro**. São Paulo: Antiqua, 2014. p. 100-117.

FAÇANHA, D. C.; MOTTA, D. N.; PEREIRA, M. C. N.; QUISEN, R. C. Uso de BAP e metatopolina na indução e proliferação de brotações in vitro da bananeira cultivar Pacovan. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 14., 2017, Manaus. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 57-66. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185542/1/XIV-Jornada-IC-57.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2020.

FAÇANHA, D. C.; QUISEN, R. C.; MOTTA, D. N.; PEREIRA, M. C. N. Multiplicação in vitro de bananeira cv Pacovan: citocininas e pré-multiplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 21.; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 8., 2017, Bonito. **Anais...** [S.l.]: SBFP: ABCTP, 2017. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168908/1/MULTIPLICACAO-IN-VITRO-DE-BANANEIRA-CV-PACOVAN-CITOCININAS-E-PRE-MULTIPLICACAO.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2020.

GERALD, L. T. S.; LEE, L. L. Biofábrica de plantas: por que biorreator? In: GERALD, L. T. S. **Biofábrica de plantas: produção industrial de plantas in vitro**. São Paulo: Antiqua, 2014. p. 14-31.

LEMOS, E. E. P. **Experimentos em micropropagação e organogênese na graviola (*A. muricata* L.)**. Maceió: EDUFAL, 1996.

LEMOS, E. E. P.; FERREIRA, M. S.; ALENCAR, L. M. C.; OLIVEIRA, J. G. L.; MAGALHÃES, V. S. Micropropagação de clones de banana cv. Terra em biorreator de imersão temporária. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 482-487, 2001.

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

TEIXEIRA, J. B. Biorreatores. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 4, p. 36-41, 2002.

Viabilidade e germinação in vitro de embriões zigóticos de caiaué

Eduardo José Dias da Silva¹

Daniele Simões Araújo¹

Cibelle Azamora dos Santos²

Ricardo Lopes³

Pamela Keiko Harada⁴

Alex Queiroz Cysne⁵

Resumo – A germinação in vitro de embriões zigóticos de caiaué pode reduzir o tempo e o custo quando comparada à germinação convencional, pois não requer a quebra de dormência. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de genótipo e meio de cultura na germinação in vitro de embriões de caiaué. Avaliou-se a germinação in vitro de quatro genótipos de caiaué (Maués, Manicoré, Amarati e Careiro) e três meios de cultura (MS, OPCM e Y3), com e sem fósforo. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial triplo, com quatro repetições. Antes, na inoculação in vitro, avaliaram-se a viabilidade e o vigor dos embriões pelo teste do tetrazólio (TZ). O efeito de genótipos foi significativo, já o meio de cultura e a presença de fósforo não influenciaram na germinação dos embriões. A viabilidade e o vigor dos embriões avaliados pelo teste de TZ apresentaram alta correlação com a germinação dos embriões.

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

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

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

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

⁴Engenheira de alimentos, mestra em Processos Biotecnológicos, analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁵Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia (Fitotecnia), analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

Viability and in vitro germination of caiaué zygotic embryos

Abstract – In vitro germination of caiaué zygotic embryos can reduce time and cost when compared to conventional germination because it does not require the break dormancy. The aim of this study was to evaluate the genotype and culture medium effect on in vitro germination of caiaué zygotic embryos. In vitro germination of four genotypes (Maués, Manicoré, Amarati and Careiro) and three culture medium (MS, OPCM and Y3), with and without phosphor, were evaluated. An experiment in completely randomized design, in a triple factorial scheme, with four replications was use. Before in vitro inoculation, the viability and vigor of the embryos were evaluate by the tetrazolium test (TZ). The genotypes effect was significant whilst culture medium and phosphor presence does not influenced the embryos germination. The embryos viability and vigor analysed by TZ test showed high correlation with embryos germination.

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

Introdução

O caiaué (*Elaeis oleifera*), espécie de origem americana, é citado como a única fonte de resistência genética ao amarelecimento-fatal (AF), anomalia que ameaça à dendeicultura latino-americana dado o alto grau de letalidade à palma de óleo africana (*E. guineensis*), sendo esta a principal fonte mundial de óleo vegetal (USDA, 2019). Além disso, o caiaué se destaca pelo menor crescimento em altura, qualidade do óleo e menor atratividade às pragas, como desfolhadoras e brocas. Considerando suas características de interesse para o melhoramento da palma de óleo africana e a possibilidade de geração de hibridação com essa espécie, o caiaué tem sido explorado nos principais programas de melhoramento genético da espécie africana.

Em condições naturais, as sementes do gênero *Elaeis*, ao qual pertence o caiaué, apresentam baixas taxas de germinação e podem demorar anos, principalmente devido à dormência manifestada após a maturação fisiológica. A dormência no caiaué ocorre em razão da resistência mecânica do endocarpo, que possui consistência dura e densa. Também é influenciada pela absorção de oxigênio, que limita o alongamento do embrião. A quebra de dormência das sementes da espécie tem sido realizada pelo método do calor seco (Lima et al., 2017). Embora apresente bons resultados, esse método requer procedimentos que demandam em torno de 4 a 5 meses para obtenção de sementes germinadas. A germinação in vitro de embriões zigóticos 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.

Apesar de as bases fisiológicas da propagação vegetativa via cultura de tecidos de plantas serem as mesmas para a maioria das espécies, e sendo bastante exploradas e promissoras para a palma de óleo africana (Scherwinski-Pereira et al., 2010), ainda não existem protocolos para germinação de embriões de caiaué.

Protocolos eficientes e reproduzíveis para germinação in vitro de embriões de caiaué podem, além de ser aplicados na produção comercial de mudas, ser utilizados para multiplicação de genótipos de interesse para a conservação e o melhoramento genético da espécie, bem como para a obtenção de plântulas em condições assépticas para estudos in vitro.

Antes da germinação das sementes de caiaué pelo método convencional ou germinação in vitro dos embriões é importante conhecer a viabilidade e o vigor das sementes/embriões utilizando métodos de rápida resposta e baixo custo, por exemplo, o teste de TZ. Esse teste tem como objetivo determinar a viabilidade e o vigor de sementes e pode ser aplicado individualmente ou em lotes. É

utilizado, principalmente, em sementes que apresentam dormência, recalcitrância e as que germinam lentamente em testes de rotina (Brasil, 2009). Existe recomendação do teste de TZ para análise de viabilidade e vigor de sementes de palma de óleo (Green et al., 2016), mas é necessário validar o protocolo para o caiaué, espécie para a qual ainda não foi utilizado.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do genótipo e do meio de cultura na germinação *in vitro* de embriões zigóticos de caiaué e verificar o potencial de uso do teste do tetrazólio na análise de viabilidade e vigor dos embriões de caiaué.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado 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, Maués, Amatari e Careiro.

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo com quatro genótipos (Amatari, Careiro, Manicoré e Maués) x três meios de cultura (MS, OPCM e Y3) x duas doses de fósforo (0 e 170 mg L⁻¹), com quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por dez embriões.

Para a extração dos embriões, primeiro foi realizada a quebra manual do endocarpo das sementes, permanecendo a amêndoa com o embrião, que foi extraído com auxílio de lâmina de bisturi e pinça. Imediatamente após a extração dos embriões foi realizado o teste de TZ, seguindo as recomendações de Green et al. (2016), utilizando quatro amostras de 25 embriões de cada genótipo, e obtido o percentual de viabilidade e vigor dos embriões de cada genótipo.

No estabelecimento do experimento de germinação *in vitro* inicialmente foi realizada a desinfestação da amêndoa + embrião por 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 três vezes em água destilada autoclavada e em seguida inoculados nos meios de cultura de acordo com os tratamentos estabelecidos. Utilizaram-se os meios de cultura MS (Murashige; Skoog, 1962), OPCM (Heedchim, 2014) e Y3 (Eeuwens, 1976), com 0 e 170 mg L⁻¹ de NaH₂PO₄, acrescidos de sacarose (3%), carvão ativado (0,25%) e ágar (0,7%). O pH do meio foi ajustado a 5,8 antes da adição do ágar. Após preparo, os meios foram esterilizados em autoclave a 121 °C à pressão de 1,2 atm por 15 minutos.

A inoculação dos embriões *in vitro* foi realizada em placas de Petri com 1 cm de altura, 9 cm de diâmetro e 30 mL de meio de cultura, onde permaneceram por 30 dias. Após esse período os embriões germinados foram transferidos para frascos de vidro com 10 cm de altura, 5 cm de diâmetro e 40 mL do meio de cultura onde permaneceram por mais 60 dias para desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular. A cultura *in vitro* foi conduzida em sala de crescimento com temperatura de 25 °C ± 2 °C, mantendo os explantes no escuro nos 7 primeiros dias após a inoculação *in vitro* e por mais 83 dias com intensidade luminosa de 30-40 μmol m⁻² s⁻¹ obtida com lâmpadas LED e fotoperíodo de 16 horas. Aos 30, 60 e 90 dias após a inoculação *in vitro* dos embriões foi avaliado o percentual de plântulas completas formadas, ou seja, com desenvolvimento normal da parte aérea e radicular.

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 verificou-se a normalidade da distribuição dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (P<0,05%).

Resultados

O efeito de genótipo foi significativo, enquanto o meio de cultura e fósforo não influenciaram significativamente na germinação in vitro dos embriões (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância do efeito de genótipos, meios de cultura e fósforo na germinação in vitro de embriões zigóticos de caiaué.

Fonte de variação	GL	QM	F	Probabilidade
Genótipo	3	31,45	13,42	0,0000*
Meio de cultura	2	3,82	1,63	0,2041ns
Fósforo	1	0,11	0,04	0,8327ns
Resíduos	64	2,34		
Total	87		CV = 32,58%	

* e ns, respectivamente, significativo e não significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Os genótipos das origens Maués e Manicoré apresentaram taxas de germinação de 79,2% e 77,3% respectivamente, as quais não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores às taxas de germinação dos genótipos Amaratari (61,4%) e Careiro (54,8%), que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2).

Tabela 2. Médias do percentual de plântulas completas obtidas a partir da germinação in vitro de embriões zigóticos de caiaué após 90 dias da inoculação.

Genótipos	Germinação in vitro (%)
Maués	79,2 a
Manicoré	77,3 a
Amaratari	61,4 b
Careiro	54,8 b

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

Alta (99,7%) e significativa correlação entre a taxa de germinação in vitro e a viabilidade e o vigor dos embriões zigóticos de caiaué foi verificada (Figura 1).

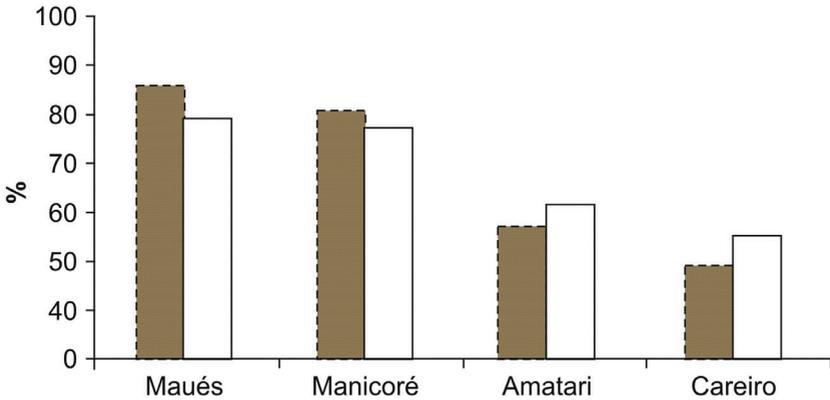


Figura 1. Viabilidade avaliada pelo teste do tetrazólio (barra cinza) e germinação in vitro (barra sem cor) de embriões zigóticos extraídos de sementes de diferentes origens de caiaué.

Fonte: Dados obtidos pelos autores.

Discussão

O efeito significativo de genótipos com diferença entre as taxas de germinação in vitro indica que existe variação para a taxa de germinação dos genótipos de caiaué in vitro. Já o fato de não serem significativos os efeitos do meio de cultura e da adição de fósforo indica que qualquer um dos três meios testados (MS, OPCM e Y3) pode ser utilizado para germinação dos embriões, sem a adição de fósforo. Taxas similares de germinação devem ser obtidas independentemente dos genótipos, visto que não houve interação entre genótipo e meio de cultura ou fósforo.

A alta correlação (99,7%) entre os resultados de viabilidade e vigor dos embriões pelo teste de TZ e da germinação in vitro dos embriões indica que o teste é eficiente para avaliar o potencial de germinação de lotes de semente de forma rápida, visto que demanda menos de 24 horas para obtenção dos resultados, pode-se evitar gasto com tempo e recursos utilizando lotes com baixo potencial de germinação.

Conclusões

Existe diferença entre os genótipos de caiaué para taxa de germinação de embriões zigóticos in vitro. Tanto o meio de cultura (MS, OPCM e Y3) quanto a presença de fósforo não influenciam a taxa de germinação in vitro de embriões zigóticos de caiaué. Já o teste de TZ, recomendado para embriões zigóticos de dendê, pode ser utilizado na análise da viabilidade e vigor de embriões zigóticos de caiaué.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de iniciação científica do Programa Pibic, à assistente do Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental Rosimar Fernandes de Souza, pelo apoio nas atividades de laboratório; e aos empregados do Laboratório de Dendê e Agroenergia da Embrapa Amazônia Ocidental, pelo apoio na obtenção e extração de embriões das sementes.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 395 p. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

EEUWENS, C. J. Mineral requirements for growth and callus initiation of tissue explants excised from mature coconut palms (*Cocos nucifera*) and cultured in vitro. **Physiologia Plantarum**, v. 36, n. 11, p. 23-28, 1976.

GREEN, M.; LIMA, W. A. A. de; FIGUEIREDO, A. F. de; QUISEN, R. C.; LOPES, R. Teste de tetrazólio em embriões de sementes de dendzeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 2, p. 203-207, abr./jun. 2016. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155104/1/Wanderlei-teste-de-tetrazolio.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2020.

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, n. 2, p. 192-198, abr./jun. 2017. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/171462/1/Wanderlei-Germinacao-de-sementes-de-caiue.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2020.

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

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. 378-385, 2010.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Oil seeds: World Markets and Trade**. Circular Series, March 2019. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2019.

Piscicultura

Atividade anti-helmíntica de closantel + albendazol sobre acantocéfalos de tambaqui Ensaio in vitro

Marcos Froz Batista¹

Géssica Aline Nogueira dos Santos²

Thayssa Larrana Pinto da Rocha¹

Cláudia Majolo³

Cheila de Lima Boijink⁴

Jony Koji Dairiki⁵

Resumo – O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie de peixe nativo mais produzida no País por meio da piscicultura, que é uma atividade em constante crescimento. Atualmente, as estações têm trabalhado com densidades de estocagem elevadas, que acarretam problemas relacionados à saúde dos peixes. Neste estudo utilizou-se uma associação quimioterápica contendo dois princípios ativos (10% closantel e 5% albendazol) no controle do acantocéfalo. O experimento foi realizado nas dependências da Empresa Brasilei-

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

²Bolsista de Apoio Técnico, Programa Amazonas Estratégico/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³Química, doutora em Ciências Veterinárias, analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

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

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

ra de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no Laboratório de Piscicultura. No ensaio *in vitro* foram utilizados acantocéfalos retirados de tambaquis naturalmente infestados e adicionados em meio essencial mínimo e DMSO contendo diferentes níveis de concentrações da associação (0 mg mL^{-1} a $12,5 \text{ mg mL}^{-1}$). Houve diferenças na eficácia das concentrações em relação ao tempo de avaliação (6 e 24 horas). Com a dose de $3,5 \text{ mg mL}^{-1}$ foi obtido o resultado satisfatório no período de 6 horas, e a dose de $0,5 \text{ mg mL}^{-1}$ propiciou resultado semelhante com 24 horas de avaliação do produto.

Termos de indexação: *Colossoma macropomum*, *Neoechinorhynchus buttnerae*, quimioterápicos.

Closantel + albendazol antihelmintical activity on tambaqui acanthocephala

In vitro test

Abstract – Tambaqui (*Colossoma macropomum*) is the most produced native fish species in the country through fish farming, which is a constantly growing activity. Currently, stations have been working with high stocking density that cause problems related to fish health. In this study, a chemotherapy combination containing two active ingredients (10% closantel and 5% albendazole) was used to control acanthocephalus. The experiment was carried out at Embrapa in the fish farming laboratory. In the *in vitro* assay, acanthocephalus taken from naturally infested tambaqui and added in minimal essential medium and DMSO containing different levels of association concentrations (0 to 12.5 mg mL^{-1}) were used. There were differences in the efficacy of concentrations in relation to exposure time (6 and 24 hours). With the dose of 3.5 mg mL^{-1} , a satisfactory result was obtained within 6 hours and a dose of 0.5 mg mL^{-1} provided a similar result with 24 hours of exposure to the product.

Index terms: *Colossoma macropomum*, *Neoechinorhynchus buttnerae*, chemotherapeutics.

Introdução

A produção de peixes vem crescendo em ritmo acelerado nos últimos anos e pode chegar a 3,7 milhões de toneladas em 2025. Estima-se que, nesse mesmo período, o Brasil deve obter um crescimento de 104% na produção da pesca e aquicultura (FAO, 2016). A piscicultura é uma atividade em constante crescimento do ramo da aquicultura e movimentada a economia do País com a maior produção e divulgação do pescado criado. Em 2018, o Brasil produziu 722.560 t de peixes de criação, com crescimento de 4,5% sobre as 691.700 t do ano anterior (Associação Brasileira da Piscicultura, 2019).

O tambaqui (*C. macropomum*) é a espécie de peixe nativo mais produzida no Brasil e responde por cerca de 40% da produção. Essa espécie onívora tem tendência a ser frugívora, e sua alimentação natural constitui-se no consumo de zooplâncton, frutos e sementes (Honda, 1974). Em criações comerciais, utilizam-se rações com nutrientes e proteínas adequadas para uma dieta balanceada. O interesse em aumentar os níveis de produção, associado à falta de conhecimentos quanto aos parâmetros de criação, ocasiona o uso de alta densidade de animais, causando impacto ao meio ambiente e sérios problemas sanitários, comprometendo assim a saúde dos peixes.

Neoechinorhynchus buttnerae pertence à família Neoechinorhynchidae e é específico do *C. macropomum*. É visivelmente observado a olho nu e se encontra nas paredes do trato intestinal do tambaqui. As espécies de *Acanthocephala* são conhecidas por causarem danos, mudanças morfológicas e histológicas no intestino de tambaqui em criações de peixes (Lourenço, 2017). Devido a esses fatores, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos para controle e combate a essa parasitose com a utilização de alguns quimioterápicos e óleos essenciais com características anti-helmínticas (Santos et al., 2018). Portanto, neste trabalho, avaliou-se a associação qui-

miotérica contendo 10% de closantel + 5% de albendazol e sua atividade anti-helmíntica para controle do acantocéfalos de tabaco em ensaio *in vitro*.

Material e Métodos

O experimento *in vitro* foi realizado no Laboratório de Piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado na Rodovia AM-010, Km 29, Manaus, Amazonas, Brasil. Nesse experimento foram utilizados tabacos naturalmente parasitados por acantocéfalos, adquiridos de uma piscicultura comercial localizada no município de Iranduba, AM. Foram acondicionados em tanque experimental nas dependências da Embrapa, no processo de adaptação, e após 3 dias deu-se início ao ensaio *in vitro*. Os animais foram sacrificados seguindo normas e procedimentos aprovados pelo Comitê de Ética para Uso Animal da Embrapa Amazônia Ocidental (Ceua), retirados do tanque e colocados em baldes contendo água e 5 mL L⁻¹ de eugenol (sedação profunda), em seguida sacrificados com perfuração craniana e corte na cavidade abdominal para remoção do trato digestório, local onde encontravam-se os acantocéfalos, que posteriormente foram retirados com auxílio de pinça cirúrgica e transferidos para placa de Petri contendo solução salina para lavagem e mantidos em meio essencial mínimo (MEM) para manutenção e viabilidade. Cada placa de Petri recebeu um total de dez acantocéfalos.

Foram utilizados 11 tratamentos com diferentes concentrações do produto (0 ou controle; 0,25; 0,5; 2; 3,5; 5; 6,5; 8; 9,5; 11; 12,5 mg mL⁻¹), contendo a associação (10% closantel e 5% albendazol) diluída em DMSO para solubilizar os químicos, com três repetições.

Para todos os tratamentos foram realizadas observações nas placas de Petri a cada 15 minutos com auxílio de estereoscópio binocular led com zoom e aumento de 3,5x até 45x para registro da

mobilidade (estímulo mecânico) e contabilização da mortandade no período de 6 e 24 horas. Os dados foram anotados em planilhas para tabulação dos dados e posterior análise para determinação das concentrações mais eficientes. Além disso foi realizada uma análise prévia do custo da adição das concentrações mais indicadas na ração para a espécie.

Resultados

As dosagens do quimioterápico contendo os dois princípios ativos (closantel 10% e albendazol 5%) para atividade anti-helmíntica na mortandade dos acantocéfalos em ensaio *in vitro* apresentaram resultados satisfatórios nos dois períodos de tempo de avaliação do produto (6 e 24 horas) e em diferentes níveis das dosagem. Devido à não normalidade dos dados e diante da impossibilidade de utilizar análise estatística não paramétrica utilizou-se a estatística descritiva para expressar os efeitos das concentrações da associação contendo 10% de closantel + 5% de albendazol na mortandade de acantocéfalos expostos no período de 6 e 24 horas.

Nas 6 primeiras horas, as concentrações a partir de $3,5 \text{ mg mL}^{-1}$ até as concentrações superiores foram efetivas *in vitro* para o controle do acantocéfalo. Já após 24 horas de observação houve controle a partir de $0,5 \text{ mg mL}^{-1}$. As concentrações maiores foram letais logo nas primeiras horas avaliadas, no entanto, após 24 horas, as concentrações menores obtiveram aumento expressivo por ocasião do tempo de avaliação/exposição. Apesar das diferenças entre tempo de avaliação do produto nos acantocéfalos, a dose de $3,5 \text{ mg mL}^{-1}$ obteve o resultado satisfatório no período de 6 horas. Na dose de $0,5 \text{ mg mL}^{-1}$ houve resultado semelhante em 24 horas de avaliação da associação quimioterápica (Figura 1).

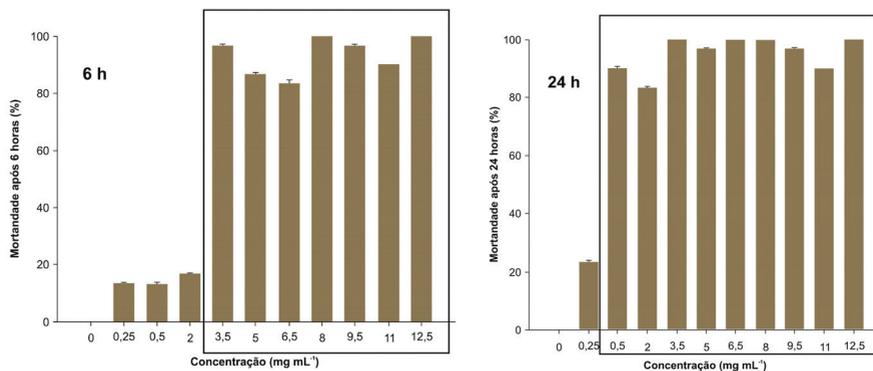


Figura 1. Concentrações de associação quimioterápica utilizadas em dois tempos de avaliação e respectivas mortalidades. Em destaque as doses mais eficientes.

Fonte: Jony Koji Dairiki (2019).

Para a utilização de produtos químicos para o controle de parasitos deve-se preconizar as menores quantidades possíveis, e este experimento sugere duas concentrações para o controle de acantocéfalos ($3,5 \text{ mg mL}^{-1}$ no período de 6 horas para um controle rápido e efetivo e $0,5 \text{ mg mL}^{-1}$ para um controle efetivo, mas com tempo de avaliação/exposição maior). O valor do produto comercial utilizado neste experimento, em lojas agropecuárias da região, foi de R\$ 168,68 na embalagem contendo 1,0 L de produto. O custo adicional para o controle na dose de $0,5 \text{ mg mL}^{-1}$ é de R\$ 84,34 para 1,0 t de ração comercial, o que representa o adicional de 2,77% no custo de 1,0 t (com a ração comercial a R\$ 3.040,00/t) para a confecção da ração com o medicamento. Para a dose de $3,5 \text{ mg mL}^{-1}$, esse custo adicional é de R\$ 590,38 para 1,0 t de ração comercial, o que representa o adicional de 19,42% no custo da ração com o medicamento. A discrepância entre os valores da dose de $0,5 \text{ mg mL}^{-1}$ e $3,5 \text{ mg mL}^{-1}$ é de 600%. Assim, ao associar a menor quantidade de produto utilizado, o custo do produto comercial no mercado e a eficácia na mortalidade de parasitos, a dose mais indicada seria a de $0,5 \text{ mg mL}^{-1}$.

Discussão

Silva et al. (2018) analisaram a atividade antiparasitária de quimioterápicos sobre acantocéfalos utilizando mebendazol nas concentrações 100; 150; 200; 250; 300; 400; 600 e 800 mg kg⁻¹; piperazina nas concentrações 100; 125; 150; 200; 250; 300; 400; 500 e 600 mg kg⁻¹; diclorvós nas concentrações 0,15; 0,30; 0,45; 0,6 e 0,75 mg kg⁻¹; óxido de cálcio nas concentrações 100; 200 e 300 mg kg⁻¹; e cloreto de sódio nas concentrações 11.000 e 12.000 mg kg⁻¹. Os quimioterápicos citados não apresentaram resultados no controle de acantocéfalos *N. buttnerae*, ao contrário da presente pesquisa, em que foram obtidos resultados promissores com a utilização da associação quimioterápica (closantel 10% + albendazol 5%).

Conclusões

A associação quimioterápica contendo 10% de closantel + 5% de albendazol apresentou resultados satisfatórios para acantocéfalos de tambaqui. As concentrações 3,5; 5; 6,5; 8; 9,5; 12,5 mg mL⁻¹ alcançaram os melhores resultados em menor tempo de avaliação do produto aplicado diretamente no parasito no período de 6 horas. As concentrações que consistiam em 0,5; 2; 3,5; 5; 6,5; 8; 9,5; 12,5 mg mL⁻¹ proporcionaram os melhores resultados em 24 horas de avaliação. Ao se considerar que a utilização de produtos para o controle de parasitos deve ser controlada e preconizar o uso das menores doses, as concentrações recomendadas são: 3,5 mg mL⁻¹ de produto para controle rápido e eficaz em 6 horas e 0,5 mg mL⁻¹ para o controle eficaz, com maior tempo de atuação, neste caso, 24 horas. No entanto, ao se avaliarem os custos do incremento do tratamento na ração comercial para a espécie, a utilização da dose de 0,5 mg mL⁻¹ é priorizada por proporcionar eficácia e por ser mais econômica.

Agradecimentos

Em primeiro lugar a Deus, por tudo; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de iniciação científica; aos Drs. Jony Koji Dairiki, Cheila de L. Boijink e Cláudia Majolo, à assistente Irani Morais, à M.Sc. Gessica Aline Nogueira dos Santos, aos mestrandos Celso Scherer Filho, Hilacy Araújo, Eliena Guimarães e à bolsista de iniciação científica Geysa Lohane; e à Embrapa Amazônia Ocidental, pelo espaço cedido para realização deste estudo.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA (PEIXE BR). **Anuário 2019**.

Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/Anuario2019/AnuarioPeixeBR2019.pdf?>

Acesso em: 24 maio 2019.

FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016**. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/423722/>. Acesso em: 23 maio 2019.

HONDA, E. M. S. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas – II: alimentação de tambaqui, *Colossoma bidens* (Spix). **Acta Amazônica**, v. 4, p. 47-53, 1974.

LOURENÇO, F. de S. **O ciclo de vida de Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) buttnerae Golvan, 1956 (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) parasito do Colossoma macropomum (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) da Amazônia brasileira**. 2017. 45 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

SANTOS, W. B. dos; MAJOLO, C.; SANTOS, D. S. dos; ROSA, M. C.; MONTEIRO, P. C.; ROCHA, M. J. S.; OLIVEIRA, M. I. B. de; CHAVES, F. C. M.; CHAGAS, E. C. Eficácia in vitro de óleos essenciais de espécies de Piperaceae no controle do acantocéfalo *Neoechinorhynchus buttnerae*. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 4, p. 460-469, out.-dez. 2018. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189217/1/473-3851-1-PB.pdf>. Acesso em: 22 maio 2019.

SILVA, A. M. S. da; MAJOLO, C.; CHAGAS, E. C.; MONTEIRO, P. C.; BRANDÃO, F. R.; FARIAS, C. F. S. Atividade antiparasitária de quimioterápicos sobre acantocéfalos. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 14., 2017, Manaus. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 173-183. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185558/1/XIV-Jornada-IC-173.pdf>. Acesso em: 22 maio 2019.

Socioeconomia

Expansão da guaranaicultura – Criação do circuito metropolitano

Levantamento do perfil socioeconômico de produtores em comunidades dos municípios-alvo da transferência de tecnologia

Endrio Morais dos Santos¹

Lindomar de Jesus de Souza Silva²

Resumo – Este trabalho teve como objetivo levantar o perfil socioeconômico, com foco na composição da renda, das comunidades de São Francisco do Mainã e Jatuarana, ambas localizadas na zona rural da cidade de Manaus, que participam do projeto de transferência de tecnologia agropecuária de expansão da guaranaicultura na região metropolitana de Manaus. A metodologia envolveu pesquisa de campo com os agricultores e levantamentos de dados, e como resultado concluiu que nas comunidades há predominância de rendimentos não agrícolas, oriundos de programas governamentais e atividades pontuais e temporárias, realizadas na comunidade e na cidade. Tal aspecto pode influenciar a participação e disponibilidade dos agricultores nos processos de transferência e adoção da tecnologia pela comunidade. Sendo assim, para uma ação efetiva de transferência nas comunidades com essas características é necessária uma estra-

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

²Sociólogo, doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

tégia de curto, médio e longo prazos que diversifique a renda, com a introdução de cultura que possibilite uma renda imediata como forma de promover condições para a participação dos agricultores na atividades de transferência tecnológica, e que também motive e estimule a adoção das inovações disponibilizadas.

Termos de indexação: sustentabilidade, tecnologia, meio ambiente.

Expansion of guaranaculture – Creation of the metropolitan circuit

Surveying the socioeconomic profile of producers in communities in municipalities targeting technology transfer

Abstract – This work aims to raise the socioeconomic profile, with a focus on composition. It gives income to the communities of São Francisco do Mainã and Jatuarana, both located in the rural area of the city of Manaus, which participate in the project for the transfer of agricultural technology for the expansion of guaranaculture in the metropolitan region of Manaus. The methodology involves field research with farmers and data surveys and as a result concluded that the communities have a predominance of two non-agricultural yields, originating from government programs and temporary and temporary activities carried out in the community and the city. This aspect can influence the participation and availability of two farmers in the transfer and adoption of technology for the community. Also, for an effective action of transfer together with communities with these characteristics, it is necessary to have a short, medium and long term strategy that diversifies income, with the introduction of culture that enables an immediate income as a way of promoting conditions for participation two farmers in technology transfer activities, as well as, motivate and stimulate adoption of the innovations made available.

Index terms: sustainabilit, technology, environment.

Introdução

O desenvolvimento do setor primário no Amazonas tem entre os seus desafios a transferência de tecnologias voltada a ampliar a produtividade dos produtos demandados por indústrias da Zona Franca de Manaus (ZFM) e assim fortalecer a sinergia entre a produção agrícola e a indústria. Entre esses produtos está o guaraná. Para contribuir com o desenvolvimento dessa cultura, a Embrapa, ao longo do tempo, tem disponibilizado um conjunto de cultivares altamente produtivas e resistentes às doenças que atingem a produção do fruto.

Visando contribuir para a expansão da guaranaicultura, a partir do incentivo à adoção de inovações e tecnologias, em 2016, a Embrapa iniciou o Projeto Expansão da Guaranaicultura no intuito de criar uma rota com a cultura do guaraná nos municípios de Manaus, Manacapuru, Presidente Figueiredo e Rio Preto da Eva, de forma a expandir o cultivo do fruto nessa área metropolitana e fortalecer a cultura no estado do Amazonas.

Entre as ações do projeto realizou-se o levantamento socioeconômico das comunidades selecionadas, com objetivo de ampliar a compreensão da realidade dos agricultores e identificar limites e potencializar a transferência e a adoção das tecnologias de cultivo disponibilizada pela Embrapa Amazônia Ocidental.

Neste texto apresentam-se alguns desafios relacionados ao setor primário no Amazonas, com foco na transferência de tecnologia, nas comunidades de agricultores familiares São Francisco do Mainã e Jatuarana, localizadas à margem esquerda do Rio Amazonas. Essas comunidades, em 2015, passaram a integrar o Projeto Guaranaicultura: Criação do Corredor Metropolitano da Cultura de Guaraná, cujo objetivo é transferir e construir conhecimentos para o sistema de cultivo do guaraná.

O trabalho foi feito mediante processo de observação e participação nas diversas atividades desenvolvidas, analisando a relação de diálogos entre pesquisadores, agentes sociais e agricultores familiares sobre a transferência tecnológica em ambas as comunidades mencionadas.

Portanto, este texto relata alguns aspectos relacionados à transferência de tecnologia na comunidade, evidenciando os desafios presentes, como também as estratégias de superação construídas a partir de um arranjo institucional, e fortalecendo o papel da própria comunidade no processo de gestão e desenvolvimento do projeto.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em 30 propriedades das comunidades de São Francisco do Mainã e Jatuarana, situadas ao longo da margem esquerda do Rio Amazonas, com acesso pelo Puraquequara, no Amazonas.

O método usado para alcançar os resultados do estudo foi mediante entrevistas com perguntas abertas e fechadas para obter dados como: naturalidade, grupo familiar, nível de assistência na comunidade, informações sobre os bens para trabalho com a agricultura, nível de produção agrícola, entre outros. Esses dados foram coletados e sistematizados em planilhas no Software Excel, separadas de acordo com a classificação, depois transformadas em gráficos para melhor visualização.

Resultados

Os rendimentos dos agricultores evidenciam que, mesmo dispondo de recursos naturais, principalmente terra, as atividades agrí-

colas são ainda insatisfatórias e contribuem muito pouco para o sustento familiar, como se pode observar na Tabela 1. Essa situação está relacionada a aspectos históricos, como conflitos com o Exército Brasileiro pelo uso da terra; ausência de política de incentivo à produção agrícola; e dificuldade em acessar inovações e tecnologias agropecuárias. A predominância dos rendimentos não agrícolas é instável e incerta, já que grande parte dos rendimentos dos indivíduos em idade econômica ativa provém de diárias ou dos três meses de acesso ao seguro-defeso. Desta forma, existe grande anseio em desenvolver práticas agrícolas nas comunidades como alternativa de ampliação da renda individual e familiar. Tal aspecto foi o que motivou a comunidade a participar do projeto, além da perspectiva de melhorar a qualidade de vida.

Tabela 1. Participação média percentual (%) de cada fonte de renda das famílias das Comunidades São Francisco do Mainã e Jatuarana.

Seguro- -defeso	Bolsa- -família	Aposentadoria	Salários	Diárias	Fretes	Pensões
Comunidade São Francisco do Mainã						
13,92	1,04	36,2	1,78	35,15	1,49	0,74
Comunidade Jatuarana						
15,08	2,01	36,79	1,66	34,12	1,33	1,01

Fonte: Coleta de campo (2018).

Discussão

O predomínio da renda não agrícola mostra que ao longo do tempo os agricultores não conseguiram desenvolver a agricultura como alternativa de prover renda para manutenção familiar. Tal condição tem relação com ausência de políticas públicas, assistência técnica e com o fato de as comunidades, desde de 1960, estarem em litígio com o Exército Brasileiro por causa de áreas onde estão localizadas as comunidades, reivindicadas para a construção do Centro de Instrução de Guerra na Selva (CIGS), limitando às comunidades o uso da terra para produção agrícola. Esse litígio somente foi resol-

vido em 2013, quando as comunidades receberam a Concessão de Uso Resolúvel Coletiva (CDRU), que estabeleceu novas condições para a “... concessão de direito real de uso na área, por meio do uso coletivo da terra e do respeito às formas de vida da comunidade, com regras claras de compatibilização dos exercícios militares com a utilização da área, sem qualquer restrição aos descendentes ou prazo de utilização”, em 2013, com acordo entre as partes (Araújo Júnior, 2017, p. 24). O resultado do cerceamento da utilização das terras inibiu o desenvolvimento agrícola, agravado com a ausência de política de desenvolvimento. Porém, a participação no projeto constitui uma grande oportunidade aos agricultores, e esses aspectos tornam-se ainda mais favoráveis pelo fato de 50% dos agricultores possuírem nível médio, o que pode contribuir para a aquisição de técnicas e inovações disponibilizadas pela Embrapa. Souza Filho et al. (2011) afirmam que isso faz com que eles possuam “a capacidade de obter e processar informações e a habilidade no uso de técnicas agrícolas e de métodos de gerenciamento mais sofisticados que podem contribuir para o sucesso do empreendimento”. O grau de formação escolar das pessoas da comunidade também possibilita aos agricultores o acesso a tecnologias, os quais podem tornar mais fácil o trabalho, ampliar sua consciência política, ou seja, podem de forma autônoma, com base nas informações, decidir sobre o uso da tecnologia disponível.

Conclusões

O desenvolvimento do projeto de expansão da cultura do guaraná no corredor metropolitano proporcionou às comunidades de São Francisco do Mainã e Jatuarana o acesso a tecnologias voltadas a contribuir para a superação de um sistema de produção extrativista com melhores possibilidades de retorno. O projeto possibilitou também várias oportunidades de troca de experiência e encontros com agricultores das demais comunidades participantes para promover a motivação e estimular o trabalho participativo.

Com a implementação do projeto da guaranaicultura nas comunidades, percebeu-se que era necessária a adoção de tecnologias com resultados mais rápidos, como a mandioca, a banana e o açaí. Essas novas culturas foram incluídas para melhorar o nível de renda a ser gerada nos próximos meses de colheita, fazendo com que o perfil das rendas provenientes da agricultura tivesse maior poder na participação da renda mensal da comunidade.

Agradecimentos

Ao meu querido orientador, professor Dr. Lindomar de Jesus de Sousa Silva, que esteve sempre ao meu lado compartilhando seu saber e me orientando, por ter acreditado no meu potencial como pesquisador e por ter me aceitado como orientando, ajudando-me na vida acadêmica e pessoal.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), pela oportunidade de desenvolver este projeto, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), que me deu a oportunidade por meio de seleção do Programa de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental.

Referências

ARAUJO JUNIOR, J. J. **A luta de ribeirinhos em meio a guerras na selva**: ação e reflexão pela transformação social e pelo reconhecimento. Disponível em: http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr6/documentos-e-publicacoes/artigos/docs_artigos/artigo-a-luta-de-ribeirinhos-em-meio-a-guerras-na-selva-final.pdf. Acesso em: 7 out. 2017.

SOUZA FILHO, H. M. de; BUAINAIN, M. A.; GUANZIROLI, C.;
BATALHA, M. O. **Agricultura familiar e tecnologia no Brasil:**
características, desafios e obstáculos. Disponível em: [www.sober.org.br/
palestra/12/09O442.pdf](http://www.sober.org.br/palestra/12/09O442.pdf). Acesso em: 28 jun. 2011.

Tecnologia da Informação

Uso de *Ensemble Learning* para identificação de ataques de trips em guaranazeiro

Richardson Allan Ferreira de Souza¹

Marcos Filipe Alves Salame²

Resumo – O ataque do trips (*Pseudophilotrips adisi*) tem afetado o sistema de agricultura familiar, reduzindo a produção e restringindo a exploração comercial do guaraná no Amazonas. Tecnologias computacionais podem auxiliar na identificação dos danos causados por indivíduos *P. adisi*, contribuindo para o seu controle e monitoramento. Este trabalho objetivou o desenvolvimento de um classificador para identificar danos em folíolos de guaranazeiro atacados pelo trips com base em imagens obtidas de smartphones. Técnicas de *Transfer Learning* foram empregadas para criar extratores de características, métodos de *Over-Sampling* foram utilizados para lidar com as amostras desbalanceadas no conjunto de dados e os classificadores *Support Vector Machine*, *Multilayer Perceptron* e *Random Forest* foram usados para predizer cada amostra de teste num método de votação, trazendo como resultado uma classificação dos folíolos de guaranazeiro atacados, com acurácia acima de 90%.

Termos de indexação: trips, guaraná, comitês de máquina.

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

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

Using Ensemble Learning to identify attacks by thrips in guarana

Abstract – The attack by thrips (*Pseudophilotrips adisi*) has affected the family farming system, reducing production and restricting commercial exploitation of guarana in the Amazon. Computer technologies can assist in identifying damage caused by *P. adisi* individuals, contributing to their control and monitoring. This paper aimed the development of mechanisms to identify damage caused in guarana leaves by thrips based on images obtained from smartphones. We used Transfer Learning techniques to create feature pullers, Over-Sampling methods to deal with unbalanced samples in dataset and Support Vector Machine, Multilayer Perceptron and Random Forest to predict each test sample on a voting method. As result, we obtained a rating of guarana leaves attacked with accuracy above 90%.

Index terms: thrips, guarana, ensemble.

Introdução

Evidenciada pelo crescimento da demanda de sementes pelas indústrias de bebidas, a cultura do guaraná vem assumindo importância cada vez maior no cenário econômico, sendo também fonte de renda para inúmeros produtores rurais da região amazônica (Senra et al., 2008).

O ataque do tripses (*P. adisi*) afeta de forma direta a produtividade, uma vez que ele se alimenta do conteúdo celular das estruturas jovens das plantas de guaranazeiro. Como consequência do ataque, pequenas pontuações são formadas, por onde sugam a seiva, causando alterações morfológicas e de desenvolvimento, as quais afetam a produção de grãos e limitam a exploração comercial do guaraná na região. Alternativas de controle e monitoramento têm

sido alvo de pesquisas desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (Fontes; Tavares, 2018).

A utilização de procedimentos computacionais para reconhecer automaticamente o ataque do tripses a folíolos do guaranzeiro pode contribuir para o seu controle e monitoramento. Assim, o objetivo deste trabalho foi a elaboração de um classificador capaz de identificar danos em folíolos jovens do guaranzeiro atacados por indivíduos *P. adisi* a partir do desenvolvimento de um preditor, formado por três técnicas de aprendizado de máquina, *Support Vector Machine* (SVM), *Multilayer Perceptron* (MLP) e *Random Forest* (RF), com a aplicação de *Ensemble Learning* (EL) para obter um conjunto de votos majoritários com a finalidade de alcançar maior acurácia e mais precisão na identificação dos danos.

Material e Métodos

Para a construção de uma base de imagens, folíolos de até 1,7 centímetros da cultivar BRS-Maués foram isolados em placas de Petri com até dez indivíduos *P. adisi* adultos e inspecionados durante 27 horas. Nesse intervalo de 27 horas, os exemplares de tripses alimentaram-se dos folíolos e foram sendo formadas injúrias na parte superior (adaxial) destes. Para a captura das imagens foram utilizadas as câmeras digitais dos smartphones Motorola Moto G5 XT1672 e Xiaomi Mi 9 com as funções de HDR e Flash desativadas, tendo apenas a luz natural.

Para elaborar o conjunto de dados (*dataset*), 26 imagens foram manualmente selecionadas, dimensionadas para 512 x 512 pixels e subdivididas em 6.240 regiões de 32 x 32 pixels. Cada região foi observada e classificada manualmente. As regiões que apresentavam pequenas pontuações, evidenciando o ataque, formaram a base para a classe positiva, e as que não apresentaram nenhum dado aparente foram usadas para compor a base para a classe negativa, chegando

ao número de 520 amostras da classe positiva e 3.123 amostras da classe negativa.

A representação da imagem foi feita empregando um método conhecido como *transfer learning*, em que foi utilizada a arquitetura canônica de *Convolutional Neural Networks* (CNN) chamada VGG16 como extrator de características. A camada de entrada e a camada totalmente conectada da arquitetura foram removidas, assim como os três últimos blocos das camadas de convolução. Cada amostra da classe positiva e da classe negativa foi aferida ao extrator, que tinha como saída um vetor de característica com 2.048 atributos para representar cada amostra.

Para balancear o número de exemplos da classe positiva foram utilizados algoritmos *Synthetic Minority Oversampling TEchnique* (SMOTE) propostos por Chawla et al. (2002), os quais são capazes de gerar amostras por interpolação das instâncias da classe minoritária. Ao final do processo foi possível obter um dataset com as classes balanceadas contendo 3.120 amostras para cada classe.

Após o balanceamento das classes, o *dataset* foi aleatoriamente separado uma vez em um conjunto de treino com 70% e um conjunto de teste com 30% do total.

Tabela 1. Separação do *dataset* para treino e teste.

Conjunto	Classe Positiva	Classe Negativa	Total
Treino	2.185	2.183	4.368
Teste	935	937	1.872

Os classificadores SVM, MLP e RF foram então treinados com as amostras do conjunto de treino e em seguida cada classificador foi usado para classificar amostras do conjunto de teste. A predição feita por classificador é agregada e uma predição final é definida com a maioria absoluta (Saha; Ekbal, 2013). Essa é uma técnica de EL

básica mas poderosa, conhecida como *Hard Voting Classifier* (HVC) e está representada na Figura 1.

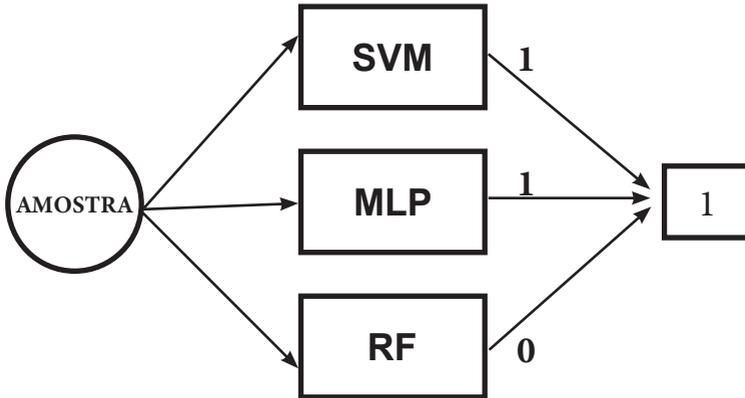


Figura 1. Fluxo de votação dos classificadores.

Resultados

Os resultados da acurácia e o índice Kappa alcançados durante a avaliação do conjunto de testes podem ser vistos na Figura 2, que apresenta o resultado individual e o resultado da combinação dos três modelos, empregando o método HVC. Na Figura 3 pode-se observar a matriz de confusão de cada modelo.

Discussão

O método SMOTE foi fundamental no balanceamento das amostras positivas, o que favoreceu não somente o alcance de uma boa acurácia, mas também um bom desempenho no índice Kappa, indicando que os classificadores conseguem identificar bem tanto as amostras da classe negativa quanto da classe positiva.

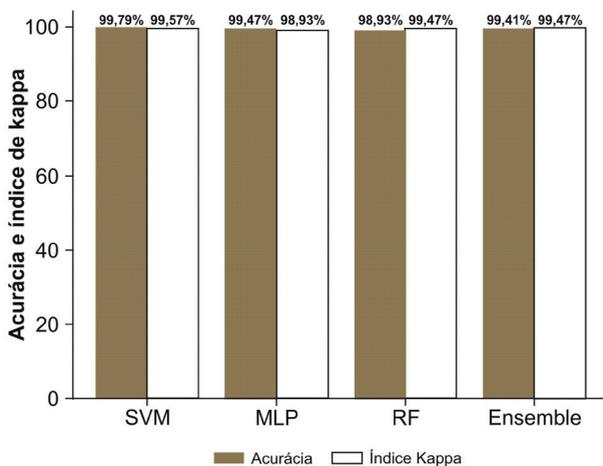


Figura 2. Porcentagem de acurácia e índice Kappa obtidos pelos classificadores SVM = *Support Vector Machine*; MLP = *Multilayer Perceptron*; RF = *Random Forest*; *Ensemble* = combinação dos três modelos.

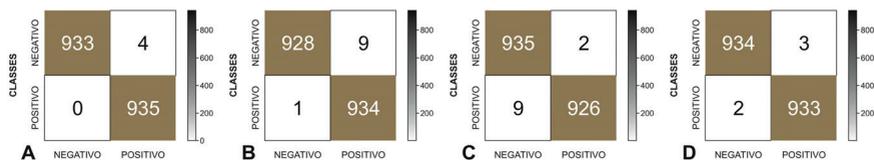


Figura 3. Matriz de confusão dos classificadores: SVM = *Support Vector Machine* (A); MLP = *Multilayer Perceptron* (B); RF = *Random Forest* (C); e *Ensemble* = combinação dos três modelos (D).

O uso de CNN como extrator de características também foi essencial para conseguir vetores de características representativos para o problema de forma automática, agilizando a tarefa de representar a imagem para que os classificadores pudessem encontrar padrões com mais facilidade.

Analisando a matriz de confusão apresentada na Figura 3, pode-se perceber que os classificadores SVM e MLP tendem a identificar mais amostras da classe positiva e o classificador RF a reconhecer mais amostras da classe negativa. Com isso, agregando os três classificadores para a tarefa de classificação, foi possível obter um novo classificador mais equilibrado na predição das amostras, conforme Figura 3D.

Conclusões

De modo geral, as técnicas utilizadas contribuíram para criação de modelos computacionais capazes de identificar automaticamente folíolos de guaranazeiro atacados por tripes. Todavia, apesar de ser possível obter amostras positivas com a técnica SMOTE, é imprescindível gerar variações de imagens com cenários reais do ataque para que se obtenha um ambiente mais próximo do real.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao pesquisador Adauto Maurício Tavares pelas informações técnicas referentes ao tripes e guaraná; a Julliane da Silva Fontes, pelo auxílio nos experimentos; e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela disponibilização da bolsa de iniciação científica.

Referências

CHAWLA, N.; BOWYER, K. W.; HALL, L. O.; KEGELMEYER, W. P. SMOTE: synthetic minority over-sampling technique. **Journal of Artificial Intelligence Research**, v. 16, p. 321-357, 2002.

FONTES, J. da S.; TAVARES, A. M. Aspectos da biologia da linhagem sexuada do tripes-do-guaranazeiro (*Pseudophilothrips adisi*, zur Strassen) (Thysanoptera: Phlaeothripidae). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 14., 2017, Manaus. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 67-75. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185856/1/XIV-Jornada-IC-67.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.

SAHA, S.; EKBAL, A. Combining multiple classifiers using vote based classifier ensemble technique for named entity recognition. **Data & Knowledge Engineering**, v. 85, p. 15-39, 2013.

SENRA, T. V.; GARCIA, M. V. B.; TAVARES, A. M. Comportamento e controle de tripes do guaranazeiro, *Liothrips adisi* (Thysanoptera: Phlaeothripidae). In: SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO NA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2008, Manaus. **Integrando esforços para o desenvolvimento da Amazônia**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008. p. 19-21. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/109053/1/Comportamento-Livro-Seminario-Pos-Grad.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.



Amazônia Ocidental

Apoio



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

