

Eventos Técnicos & Científicos

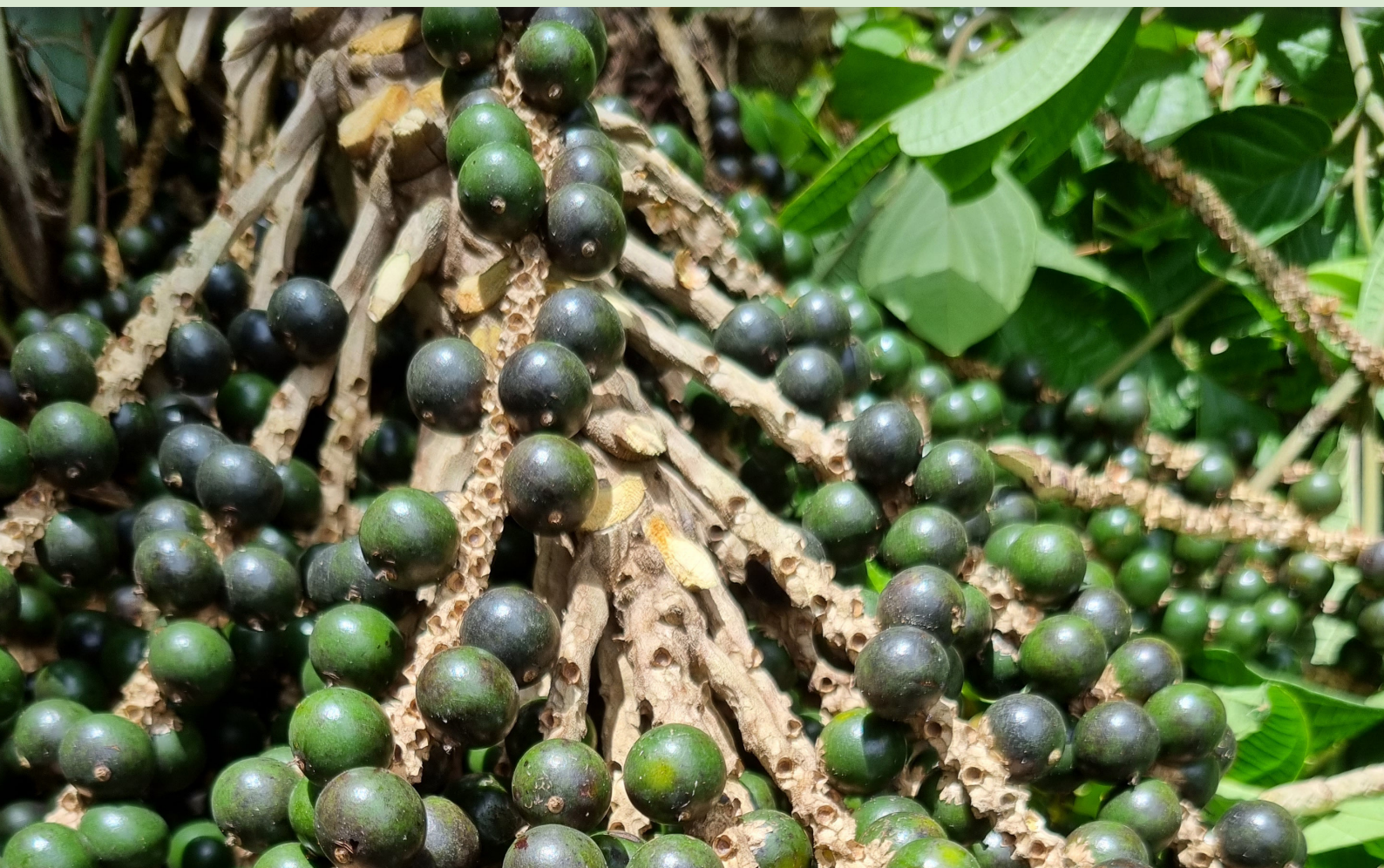
7

Abril, 2025

Anais do VII Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação

Pesquisa e bioeconomia no Acre

24 e 25 de outubro de 2024
Rio Branco, AC



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Acre
Ministério da Agricultura e Pecuária**

e-ISSN 2966-4934

Eventos Técnicos & Científicos



Abril, 2025

Anais do VII Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação

Pesquisa e bioeconomia no Acre

24 e 25 de outubro de 2024

Rio Branco, AC

**Embrapa Acre
Rio Branco, AC
2025**

Embrapa Acre

Rodovia BR-364, km 14,
sentido Rio Branco/Porto Velho
Caixa Postal 321
69900-970 Rio Branco, AC
www.embrapa.br/acre
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Elias Melo de Miranda

Secretária-executiva

Claudia Carvalho Sena

Membros

Carlos Mauricio Soares de Andrade

Celso Luis Bergo

Evandro Orfanó Figueiredo

Rivaldalve Coelho Gonçalves

Rodrigo Souza Santos

Romeu de Carvalho Andrade Neto

Tadário Kamel de Oliveira

Tatiana de Campos

Virgínia de Souza Álvares

Edição executiva e revisão de texto

Claudia Carvalho Sena

Suely Moreira de Melo

Normalização bibliográfica

Renata do Carmo França Seabra

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Francisco Carlos da Rocha Gomes

Foto da capa

Daniel de Almeida Papa

Publicação digital: PDF

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 Acre

Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação (7. : 2024 :
Rio Branco, AC).

Anais do VII Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação:
pesquisa e bioeconomia no Acre: 24 e 25 de outubro de 2024, Rio Branco, AC. – Rio
Branco, AC : Embrapa Acre, 2025.

PDF (95 p.) : il. color. – (Eventos técnicos & científicos / Embrapa Acre, e-ISSN
2966-4934; 7).

1. Pesquisa científica. 2. Pesquisa agrícola. I. Título. II. Série.

CDD (21. ed.) 630.72098112

Renata do Carmo França Seabra (CRB-11/1044)

© 2025 Embrapa

Comissão organizadora

Coordenação

Elias Melo de Miranda – Presidente do Grupo de Trabalho para Organização do Evento

Rodrigo Souza Santos – Presidente do Comitê Gestor de Bolsas Pibic/Pibiti da Embrapa Acre

Membros

André Fábio Medeiros Monteiro

Jacson Rondinelli da Silva Negreiros

Luciano Arruda Ribas

Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos

Maykel Franklin Lima Sales

Virgínia de Souza Álvares

Equipe de apoio

Gilberto Costa do Nascimento

Jefferson Marcks Ribeiro de Lima

Priscila Viudes

Samoel Fermino de Farias

Suely Moreira de Melo

Apresentação

A bioeconomia é um tema de crescente interesse tanto no meio acadêmico como na esfera governamental e empresarial na Amazônia. O avanço das mudanças climáticas tem impulsionado estudos e pesquisas sobre atividades econômicas que conciliem a geração de renda com a sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, a busca de soluções viáveis tem se tornado uma prioridade nos diferentes níveis de organização da sociedade. Assim, alternativas de produção que valorizam a biodiversidade, baseadas na manutenção e aumento da cobertura florestal, são essenciais para a elaboração de políticas públicas que assegurem a redução das emissões e o sequestro de carbono e de outros gases de efeito estufa da atmosfera.

O Brasil apresenta um elevado potencial para desenvolvimento da bioeconomia, cujos princípios e conceitos podem ser utilizados para aprimorar a agricultura. Nesse contexto, o agronegócio brasileiro pode ser protagonista no cenário global da bioeconomia, aproveitando a sua competência e as vantagens comparativas do seu território.

A Embrapa Acre realiza anualmente o Seminário de Iniciação Científica e Pós-Graduação, sendo em 2024 a sua sétima edição, com o tema “pesquisa e bioeconomia no Acre”. O evento tem como objetivo avaliar os trabalhos realizados pelos bolsistas, além de ser uma oportunidade de melhorar o desempenho dos estudantes e de socializar o conhecimento gerado na instituição. A programação é composta pela apresentação de trabalhos na forma oral ou de pôster sobre resultados de estudos desenvolvidos

sob a orientação de pesquisadores da Unidade. Os estudantes são bolsistas vinculados à Embrapa Acre que integram diversos programas de incentivo à pesquisa científica, com destaque para o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic), financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Estes Anais contemplam trabalhos sobre a produção de café Canéfora, cultivo de açaizeiro-solteiro, pós-colheita e eficácia do oleorresina de copaíba no controle da antracnose em plátanos, ação inseticida do óleo de *Piper aduncum* L., agricultura conservacionista, composição botânica de pastagens e emissões de metano por bovinos em pastagens consorciadas, entre outros temas. A série “Eventos Técnicos & Científicos”, da linha editorial da Embrapa, representa uma oportunidade para os estudantes publicarem os resultados de suas pesquisas, ampliando a visibilidade dos trabalhos realizados no âmbito da iniciação científica. Além disso, também contribui para a formação dos bolsistas Pibic, especialmente daqueles que pretendem ingressar na pós-graduação.

Esta publicação está de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) e 15 (Vida Terrestre). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma coleção de 17 metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas e contam com o apoio da Embrapa para que sejam atingidas.

Elias Melo de Miranda
Presidente do Evento

Sumário

Trabalhos apresentados na forma oral	9
Produtividade da cultivar clonal de cafeeiro Canéfora BRS 1216 sob diferentes tensões de água no solo	11
Severidade de doenças fúngicas em cafeeiros Canéfora em Rio Branco, Acre	15
Crescimento de mudas de açaizeiro-solteiro em tubetes de diferentes volumes	20
Levantamento de pragas em cultivo de açaizeiro-solteiro em condições de viveiro e semicampo	24
Adequações na etapa pós-colheita de plátanos no Acre visando à manutenção da qualidade dos frutos	32
Eficácia do oleorresina de copaíba no controle in vitro de <i>Colletotrichum musae</i>	42
Importância dos monoterpenos oxigenados na ação inseticida das frações do óleo de <i>Piper aduncum</i> L.	48
Influência dos sesquiterpenos na ação inseticida das frações do óleo essencial de <i>Piper aduncum</i> L.	52
Qualidade física do solo sob agricultura conservacionista em experimento de longa duração: densidade global	56
Composição botânica de pastagens em pequenas propriedades de pecuária de corte no Vale do Acre	61
Emissões entéricas de metano por bovinos de corte em pastagens consorciadas com amendoim forrageiro no bioma Amazônia	65
Trabalhos apresentados na forma de pôster	69
Montagem inicial do genoma de amendoim forrageiro	71
Detecção precoce de híbridos de <i>Arachis pinto</i> utilizando ferramentas da biologia molecular	72
Emissão de gases de efeito estufa do solo de floresta manejada no Acre	76
Avaliação dos limites de segurança de curcumina na farinha de mandioca no Acre	77
Avaliação nutricional e microbiológica de farinhas de mandioca temperadas produzidas no Acre	83
Mistura mineral ou suplemento mineral proteinado de baixo consumo na época seca?	92

**Trabalhos apresentados
na forma oral**

Produtividade da cultivar clonal de cafeeiro Canéfora BRS 1216 sob diferentes tensões de água no solo

João Pedro dos Santos Silva Cavalcante⁽¹⁾, Celso Luis Bergo⁽²⁾, Jennyfer Tamara de Lima Barbosa⁽¹⁾, Victor da Silva Barbosa⁽¹⁾ e Jarderson Cassimiro Carneiro⁽³⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Estudante de doutorado, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O café Canéfora está presente em todos os estados da região Norte, especialmente em Rondônia e Acre. No Acre, a cafeicultura é importante pelo seu potencial produtivo e pela geração de emprego na agricultura familiar. O uso de clones com potencial genético superior é crucial para aumentar a produtividade. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o desempenho produtivo do clone BRS 1216 em diferentes tensões de água no solo (20, 40, 60 e 100 kPa e sem irrigação). Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos e três repetições. A produtividade do clone BRS 1216 não foi influenciada pelas tensões de água no solo, demonstrando assim notável adaptabilidade às condições severas de déficit hídrico. Por sua alta resiliência e estabilidade produtiva, a cultivar é uma excelente opção para plantios em cultivo de sequeiro.

Termos para indexação: *Coffea canephora*, Robusta Amazônico, lâmina de água.

Yield of the Canefora coffee clonal cultivar BRS 1216 under different soil water tensions

Abstract – The Canefora coffee is present in all states of the Northern region, especially in Rondônia and Acre. In Acre, coffee cultivation is important due to its productive potential and its role in generating employment in family agriculture. The use of clones with superior genetic potential is crucial for increasing productivity. Thus, the objective of this study was to determine the productive performance of the BRS 1216 clone under different soil water tensions (20, 40, 60 and 100 kPa and without irrigation). The experimental design used was a randomized block design with five treatments and three replications. The productivity of the BRS 1216 clone was not influenced by soil water tensions, demonstrating remarkable adaptability to severe water deficit conditions. Due to its high resilience and productive stability, the cultivar is an excellent option for dryland plantings.

Index terms: *Coffea canephora*, water depth.

Introdução

Na cafeicultura do estado do Acre, assim como em outros estados da Amazônia Ocidental, predomina o cultivo do café Canéfora (*Coffea canephora*), que apresenta dois grandes grupos botânicos, o “Conilon” e “Robusta” (Espindula et al., 2019). Contudo, grande parte da área plantada na região é formada por híbridos intraespecíficos que apresentam características intermediárias de ambos os grupos.

A Embrapa desenvolveu dez novos clones para a região, com materiais que possuem alto potencial produtivo e combinam características agrônômicas de ambos os grupos citados. A cultivar clonal híbrida BRS 1216 possui potencial produtivo de 120 sacas por hectare, ciclo de maturação intermediário e uniformidade de maturação alta, além de plantas com arquitetura favorável para mecanização e com alta resistência a tombamentos (Espindula et al., 2019).

O Acre possui aproximadamente 1.023 ha de área plantada com a cultura do café e uma produção de 2.771 t, resultando em uma produtividade média de 45 sacas por hectare de café limpo (IBGE, 2024).

Assim como em outras culturas, o cafeeiro é afetado pelas condições climáticas. Segundo Amaral et al. (2018), a disponibilidade hídrica do solo é um dos principais condicionantes para a produtividade anual dos cafeeiros, influenciando diretamente no crescimento da planta e sua produtividade. Portanto, o manejo hídrico em lavouras de café clonal torna-se uma prática relevante para que os cafeeiros alcancem o máximo de seu potencial produtivo.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo determinar a produtividade da cultivar clonal BRS 1216 em diferentes tensões de água no solo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Acre (10°01'37.8"S, 67°41'14.4"O e 150,0 m de altitude). O clima da região é classificado como Am de acordo com Köppen-Geiger, com temperatura média anual de 26,1 °C, precipitação de 1.940,0 mm e déficit hídrico de 180,0 mm (Amaral et al., 2018). O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo. O experimento foi implantado em janeiro de 2020, utilizando o clone BRS 1216, submetido a cinco tensões de água no solo (20, 40, 60, 100 kPa e sem irrigação). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com três repetições e cinco plantas por parcela.

O espaçamento adotado para o cafeeiro é de 3,0 x 1,0 m (3.333 plantas por hectare), com sistema de irrigação localizado por gotejamento, utilizando-se gotejador autocompensante com vazão de 7,6 L h⁻¹, espaçado a 50,0 cm. O manejo da irrigação foi realizado durante o verão amazônico (maio a outubro), com medições diárias das tensões. Quando a tensão excedia o limite estabelecido, a irrigação era efetuada repondo a água no solo até a capacidade de campo estabelecida em 10 kPa. No período do inverno amazônico (novembro a abril), a irrigação não era efetuada nas parcelas experimentais. Durante o experimento, foram realizados os tratos culturais, controles de plantas daninhas, pragas e doenças conforme necessário, seguindo as recomendações de Espindula et al. (2015). As adubações nas parcelas de sequeiro foram manuais, e as parcelas irrigadas por meio da fertirrigação, de acordo com a análise de fertilidade do solo (Paye et al., 2019).

Entre os meses de maio a junho de 2024, quando as plantas estavam com 70 a 80% dos frutos em estágio cereja (Figura 1), foi realizada a colheita, de forma manual, com a derriça dos frutos sobre o pano. Posteriormente, os frutos foram levados para o terreiro em alvenaria da unidade, sendo pesados e ensacados ao atingirem 13% de umidade.

As variáveis analisadas foram: a) produtividade de café da roça (PCR), por meio da pesagem da produção, por parcela, antes da secagem (tonelada por hectare); e b) produtividade de café beneficiado (PCB), determinada por meio da conversão de quilogramas de café in natura para sacas de café beneficiado (saca por hectare), considerando sacas de 60,0 kg, de acordo com a metodologia proposta por Espindula et al. (2024).

Os dados obtidos foram submetidos à verificação da presença de dados discrepantes, pelo teste de Grubbs, da normalidade dos resíduos, pelo teste de Shapiro-Wilk, e da homogeneidade das variâncias, pelo teste de Bartlett. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância (Anova), com auxílio do programa estatístico Sisvar e, havendo significância, foi aplicado o teste de Tukey a 5%. Foi verificada a necessidade de transformação dos dados das duas variáveis (PCR e PCB), utilizando-se a equação $Y = \text{raiz}(x + 1)$.

Resultados e discussão

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as tensões de água no solo nas características produtivas do clone BRS 1216 (Tabela 1).



Fotos: João Pedro Cavalcante

Figura 1. Clone BRS 1216 em diferentes tensões de água, com as plantas apresentando entre 70 e 80% de maturação: sem irrigação (A); 20 kPa (B); 40 kPa (C); 60 kPa (D); 100 kPa (E).

Espindula et al. (2024) apontam diversos fatores que interferem no rendimento dos genótipos de café, como condições ambientais, nutrição, disponibilidade hídrica, pragas e doenças. Outros fatores citados pelos autores são a idade da planta e o estágio de maturação, que também podem influenciar no rendimento das cultivares clonais.

Ferrão et al. (2017) demonstraram que variedades de *Coffea canephora*, dos grupos Conilon e Robusta, possuem ampla variabilidade genética, podendo ou não exigir estratégias de irrigação específicas para melhor desempenho. O clone BRS 1216 destaca-se pela adaptabilidade em condições severas de déficit hídrico. Isso sugere

a ocorrência de efeito compensatório da cultivar quando submetida ao estresse. Entretanto, quando há disponibilidade de água no solo, com o início do período chuvoso, o seu desenvolvimento retorna de forma satisfatória. Assim, por sua alta resiliência e estabilidade produtiva, é uma excelente opção para agricultores familiares em plantio sem irrigação.

Além da variabilidade genética, os cafeeiros apresentam a bienalidade, fator fisiológico que alterna entre altas e baixas produtividades, com superprodução em um ciclo e esgotamento no seguinte (Almeida et al., 2017). No presente trabalho, as plantas estavam na terceira safra, com bienalidade negativa, o que reduziu a produtividade.

Tabela 1. Produtividade de café da roça (PCR) e beneficiado (PCB), da cultivar clonal BRS 1216, em diferentes tensões de água no solo, na safra de 2024, em Rio Branco, Acre.

Tensão (kPa)	PCR (t ha ⁻¹)	PCB (saca por hectare)
20	16,18 a	64,19 a
40	18,49 a	73,38 a
60	17,53 a	69,54 a
100	16,98 a	67,38 a
Sem irrigação	22,76 a	90,30 a
CV (%) ⁽¹⁾	11,39	13,70

⁽¹⁾ Coeficiente de variação (CV).
Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Conclusões

- 1) As diferentes tensões de água no solo não influenciaram na produtividade da cultivar clonal BRS 1216.
- 2) O clone BRS 1216 apresenta alta resistência ao estresse hídrico.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica (Pibic) na Embrapa Acre.

Referências

ALMEIDA, T. S.; SEDIYAMA, G. C.; ALENCAR, L. P. de. Estimativa da produtividade de cafeeiros irrigados pelo método zona agroecológica espectral. **Revista Engenharia na Agricultura - REVENG**, v. 25, n. 1, p. 1-11, 2017. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v25i1.727>.

AMARAL, E. F. do; MARTORANO, L. G.; BERGO, C. L.; MORAES, J. R. da S. C. de; LUNZ, A. M. P.; SOUZA, L. P. de; ARAUJO, E. A. de; BARDALES, N. G.; LIMA, M. N. de. Condições agroclimáticas para subsidiar cultivos do café canéfora no Acre. In: BERGO, C. L.; BARDALES, N. G. (ed.). **Zoneamento edafoclimático para o cultivo do café canéfora (*Coffea canephora*) no Acre**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 49-88. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1092480>. Acesso em: 6 set. 2024.

ESPINDULA, M. C.; PARTELLI, F. L.; DIAS, J. R. M.; MARCOLAN, A. L.; TEIXEIRA, A. L.; FERNANDES, S. R. Condução de cafeeiros *Coffea canephora*. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDOLA, M. C. (ed.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 217-236. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1023829>. Acesso em: 6 set. 2024.

ESPINDULA, M. C.; TEIXEIRA, A. L.; ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; ALVES, E. A.; DIOCLECIANO, J. M.; LUNZ, A. M. P.; SOUZA, F. de F.; COSTA, J. N. M.; FERNANDES, C. de F. **Novas cultivares de cafeeiros *Coffea canephora* para a Amazônia Ocidental brasileira**: principais características. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2019. 36 p. (Embrapa Rondônia. Comunicado técnico, 413). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1112645>. Acesso em: 6 set. 2024.

ESPINDULA, M.; ROCHA, R.; TEIXEIRA, A.; PARTELLI, F.; DIOCLECIANO, J. **Formas de expressar o rendimento do café, relação entre frutos in natura e grãos beneficiados, em cafeeiros *Coffea canephora* no Brasil**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2024. 7 p. (Embrapa Rondônia. Circular técnica, 154). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1164528>. Acesso em: 6 set. 2024.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. de. **Café Conilon**. 2. ed. rev. atual. e ampl. Vitória, ES: Incaper, 2017. p. 783. Disponível em: <http://portalcoffea.com/wp-content/uploads/2018/11/Livro-Cafe-Conilon-2a-Edicao.pdf>. Acesso em: 6 set. 2024.

IBGE. **Levantamento Sistemático de Produção Agrícola – LSPA**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemático-da-produção-agrícola.html>. Acesso em: 6 set. 2024.

PAYE, H. de S.; PARTELLI, F. L.; MARTINS, A. G.; SIEBENEICHLER, E. A. Recomendação de adubação e calagem. In: PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C. (org.). **Conilon: conhecimento para superar desafios**. Porto Alegre, ES: CAUFES, 2019. p. 75-98.

Severidade de doenças fúngicas em cafeeiros Canéfora em Rio Branco, Acre

Adriana Silva Rodrigues⁽¹⁾, Amauri Siviero⁽²⁾, João Pedro dos Santos Cavalcante⁽¹⁾, Lauro Saraiva Lessa⁽³⁾ e Celso Luis Bergo⁽²⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisadores, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Analista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – Esta pesquisa teve como objetivo identificar a severidade de doenças fúngicas em clones de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner var. Robusta, em Rio Branco, AC. A pesquisa foi desenvolvida no campo experimental da Embrapa Acre, entre novembro de 2023 e julho de 2024. Em campo, foram avaliadas plantas dos clones BRS 1216, BRS 2229, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220. As principais doenças identificadas foram antracnose (*Colletotrichum* spp.) e queima do fio (*Ceratobasidium* spp.). Para quantificar a severidade dessas doenças, foi utilizada uma escala adaptada para o estudo, com notas de zero a cinco, em que zero correspondeu à ausência de doença e cinco representou mais de 50% das folhas doentes. Em condições de campo, a antracnose obteve maiores notas de severidade do que a queima do fio. Em relação às duas doenças, o clone BRS 1216 foi o mais afetado, enquanto o BRS 2299 apresentou os menores índices de severidade.

Termos para indexação: *Coffea canephora*, Rubiaceae, Glomerellaceae, Ceratobasidiaceae, sudoeste da Amazônia.

Severity of fungal diseases in Canephora coffee in Rio Branco, Acre

Abstract – This research aimed to identify the severity of fungal diseases in clones of *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner var. Robusta, in Rio Branco, AC. The research was conducted at the Embrapa Acre Experimental Field between November 2023 and July 2024. In the field, plants of the clones BRS 1216, BRS 2229, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213, and BRS 3220 were evaluated. The main diseases identified were anthracnose (*Colletotrichum* spp.) and thread blight (*Ceratobasidium* spp.). To quantify the severity of these diseases, a scale adapted for the study was used, with ratings from zero to five, where zero corresponded to the absence of disease and five represented more than 50% of diseased leaves. Under field conditions, anthracnose showed higher severity ratings compared to thread blight. Regarding both diseases, the BRS 1216 clone was the most affected, while BRS 2299 presented the lowest severity levels.

Index terms: *Coffea canephora*, Rubiaceae, Glomerellaceae, Ceratobasidiaceae, southwestern Amazon.

Introdução

Do ponto de vista edafoclimático, o ambiente amazônico constitui um enorme desafio aos agricultores que desejam cultivar o cafeeiro, uma vez que as condições de precipitação, umidade relativa e temperatura da região durante a maior parte do ano são extremamente favoráveis à ocorrência, disseminação e sobrevivência de patógenos (Vieira Junior; Fernandes, 2015).

Entre 1989 e 1996 foram testadas algumas variedades de *Coffea arabica* L. e somente um material de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner, var. Conilon, no estado do Acre. Nessa época, o principal problema fitopatológico detectado em campo em *C. canephora* var. Conilon foi a queima do fio causada pelo fungo *Ceratobasidium* spp., entretanto, o genótipo se mostrou resistente à doença (Pereira et al., 2000).

O avanço da cafeicultura no Acre e Rondônia tem intensificado a preocupação com a ocorrência de doenças na região Amazônica. Com isso, já foram registradas infecções por diversos patógenos em *C. canephora*, sendo alguns deles: *Rhizoctonia solani* Khun (Rhizoctoniose), *Colletotrichum* spp. (antracnose) e *Ceratobasidium* spp. (queima do fio) (Siviero et al., 2024). Nesse sentido, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a severidade de doenças em clones de *C. canephora* var. Robusta em Rio Branco, Acre.

Material e métodos

O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Acre, localizado no município de Rio Branco, AC (10°01'42,85"S e 67°41'03,03"O). A região apresenta precipitação pluviual anual entre 1.600,0 e 2.700,0 mm, temperatura média anual de 25,5 °C e umidade relativa em torno de 84%, sendo o clima classificado como tropical quente e úmido (Sousa, 2020). Os dados climatológicos foram coletados 30 dias antes das avaliações, pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), com estação meteorológica localizada na Universidade Federal do Acre, no período de outubro de 2023 a julho de 2024.

As observações foram realizadas em cafeeiros com 4 anos de idade, envolvendo seis clones de *Coffea canephora* var. Robusta: BRS 1216, BRS 2229, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220. Houve aplicação de fungicidas em novembro e março, contendo moléculas ativas piraclostrobina e fluxapirroxade, e em abril, epoxiconazol.

Entre novembro de 2023 e julho de 2024, foram feitas observações mensais de sintomas na área foliar das plantas com o auxílio de um manual para diagnose de doenças em cafeeiros (Vieira Junior; Costa, 2020). As doenças avaliadas foram: antracnose, causada por *Colletotrichum* spp., e queima do fio, por *Ceratobasidium* spp. Amostras de folha com sintomas de antracnose foram coletadas e analisadas no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Acre para identificação morfológica do fungo e confirmação das doenças. O fungo *Colletotrichum* sp. foi isolado de forma indireta em meio BDA (batata-dextrose-água) e as placas incubadas por 6 dias em BOD a 26,0 °C, conforme metodologia (Carollo; Santos Filho, 2016). A doença queima do fio foi diagnosticada com base em observação de sinais e sintomas do fungo na área foliar das plantas.

A escala utilizada foi adaptada com base no estudo de Pereira et al. (2000). As notas variaram de 0 a 5, conforme a severidade da doença: 0 = ausência de doença; 1 = < 5% das folhas doentes; 2 = 5 a 10% de folhas doentes; 3 = 10 a 25% de folhas doentes; 4 = 25 a 50% de folhas doentes; e 5 = > 50% de folhas doentes. As notas eram atribuídas com base na média quantificada por dois avaliadores.

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso no esquema de parcela subdividida no tempo, com seis tratamentos e nove repetições. A parcela foi constituída pelos clones de *C. canephora* e pela subparcela, à época de avaliação. Os dados obtidos foram submetidos à verificação da presença de elementos discrepantes, pelo teste de Grubbs, da normalidade dos resíduos, pelo teste de Shapiro-Wilk, e da homogeneidade das variâncias, pelo teste de Bartlett. Em seguida, foram submetidos à análise de variância (Anova) e ao teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$). Foi verificada a necessidade de transformação de dados das variáveis observadas, utilizando-se a equação $Y = \text{raiz}(x + 1)$, para o atendimento dos pressupostos da análise de variância.

Resultados e discussão

O clone BRS 1216 apresentou a maior nota de severidade em relação à antracnose, enquanto o clone menos susceptível foi o BRS 2299 (Figura 1). Os picos de infecção da doença ocorreram em novembro e dezembro de 2023 (Figura 2), coincidindo com o período de altas temperaturas médias e presença de chuva na região (Tabela 1). A ocorrência de precipitação e as

temperaturas entre 17,0 e 28,0 °C favorecem o desenvolvimento de *Colletotrichum* spp. em cafeeiros (Kimati et al., 1997). No entanto, de janeiro a março de 2024, houve redução da ocorrência da doença em campo, possivelmente devido à distribuição irregular das chuvas. Quando a precipitação se concentra em poucos dias, seguidos de períodos secos, o ambiente pode se tornar menos favorável ao crescimento constante do fungo (Agrios, 2004). Segundo o mesmo autor, também é possível que a exposição prolongada à antracnose,

em novembro e dezembro de 2023, tenha gerado resistência sistêmica adquirida nas plantas, na tentativa de impedir e/ou retardar a penetração do patógeno, reduzindo a severidade das infecções subsequentes nos meses seguintes. Entretanto, em abril de 2024, com a manutenção de elevados níveis de precipitação e umidade relativa em torno de 86% (Tabela 1), o acúmulo de inóculo do fungo foi suficiente para causar um novo surto da doença. Apesar das aplicações de fungicidas, a infecção não foi completamente controlada.

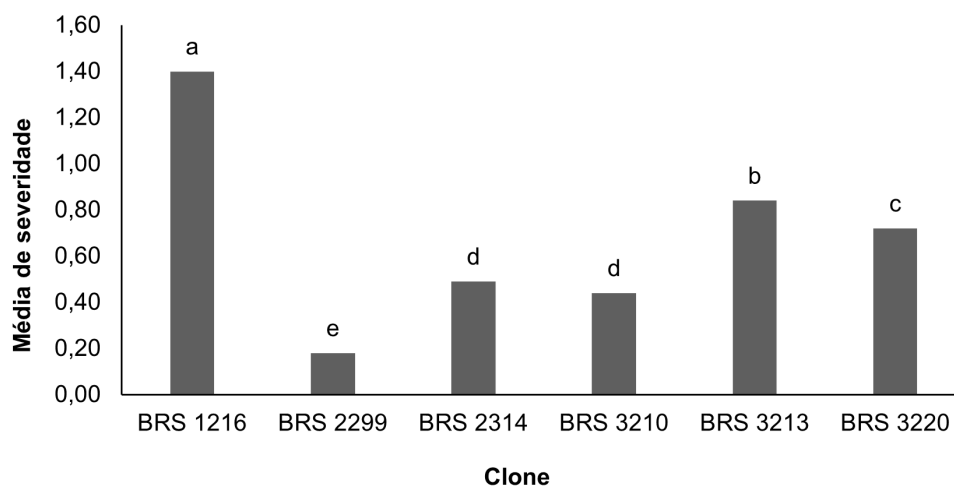


Figura 1. Severidade da antracnose (*Colletotrichum* spp.) em diferentes clones de *Coffea canephora*, em Rio Branco, Acre.

Letras distintas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$, Scott-Knott).

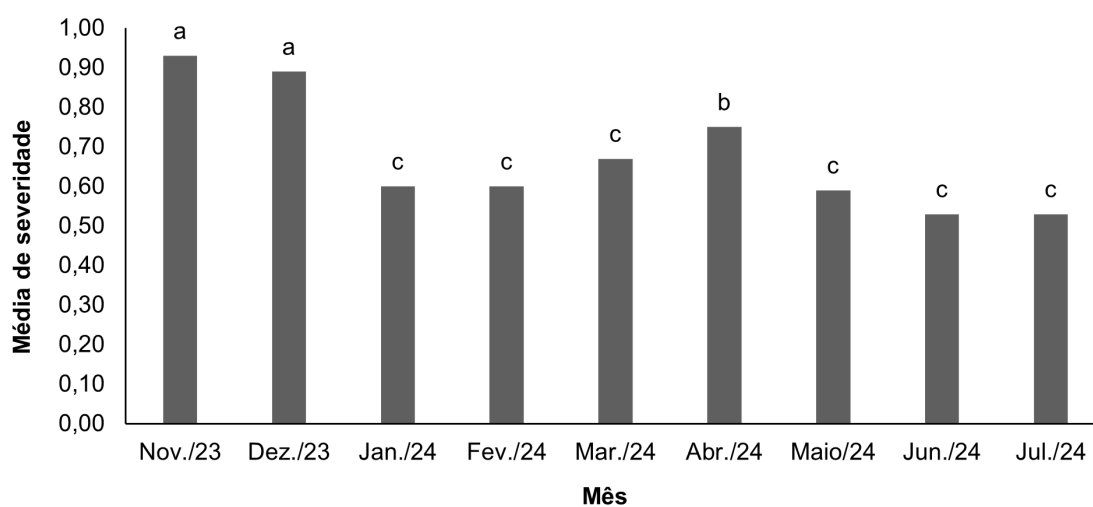


Figura 2. Severidade da antracnose (*Colletotrichum* spp.) no período de novembro de 2023 a julho de 2024, em Rio Branco, Acre.

Letras distintas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$, Scott-Knott).

As cultivares mais afetadas pela queima do fio foram BRS 1216, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220, enquanto BRS 2299 e BRS 2314 apresentaram médias inferiores (Figura 3). A infestação inicial do fungo foi observada em dezembro de 2023, com aumento da severidade à medida que a precipitação se manteve elevada, ultrapassando 200,0 mm, correspondendo ao período entre janeiro e março de 2024 (Tabela 1). Em maio de 2024, as notas se mantiveram elevadas, devido ao acúmulo de precipitação que ocorreu em abril de 2024 (Figura 4). A maior severidade da infecção do fungo nesse período ocorreu, provavelmente,

devido à disseminação dos basidiósporos favorecida por chuvas acompanhadas de vento, além de altas porcentagens de umidade relativa associadas ao elevado regime hídrico (Garcia; Veneziano, 1998). A partir de junho de 2024, com a diminuição da umidade relativa e da precipitação, a infestação do fungo decresceu consideravelmente (Figura 4). Além disso, a colheita realizada nesse período também contribuiu para a redução da doença, devido à desfolha, que acarretou maior incidência de luz, proporcionando um microclima de menor umidade e, conseqüentemente, decréscimo da severidade.

Tabela 1. Variáveis climáticas⁽¹⁾ no período de outubro de 2023 a julho de 2024, em Rio Branco, Acre.

Mês	T. máx. (°C)	T. mín. (°C)	T. méd. (°C)	U.R. (%)	Precipitação (mm)
Out./2023	29,2	27,9	28,5	71,0	77,4
Nov./2023	28,5	27,0	27,6	79,0	101,6
Dez./2023	26,8	25,8	26,3	84,0	279,6
Jan./2024	26,9	25,9	26,4	84,0	330,2
Fev./2024	26,7	25,8	26,2	85,0	322,0
Mar./2024	27,4	26,3	26,8	83,0	217,0
Abr./2024	27,1	26,1	26,6	86,0	206,2
Mai./2024	24,7	23,7	24,2	84,0	47,0
Jun./2024	26,5	25,3	25,9	79,6	23,4
Jul./2024	24,3	22,9	23,6	71,5	31,6

⁽¹⁾ Temperatura máxima (T. máx.), temperatura mínima (T. mín.), temperatura média (T. méd.) e umidade relativa (U.R.).

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2024).

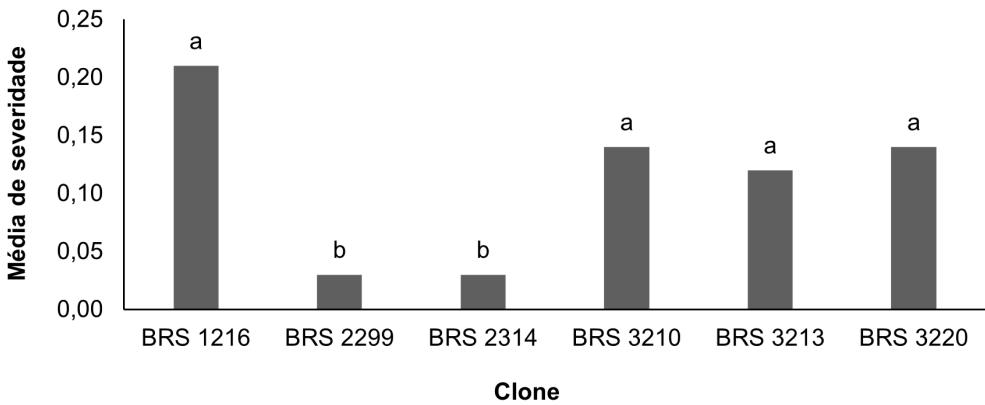


Figura 3. Severidade da queima do fio (*Ceratobasidium* spp.) em diferentes clones de *Coffea canephora*, em Rio Branco, Acre.

Letras distintas indicam diferenças significativas (p < 0,05, Scott-Knott).

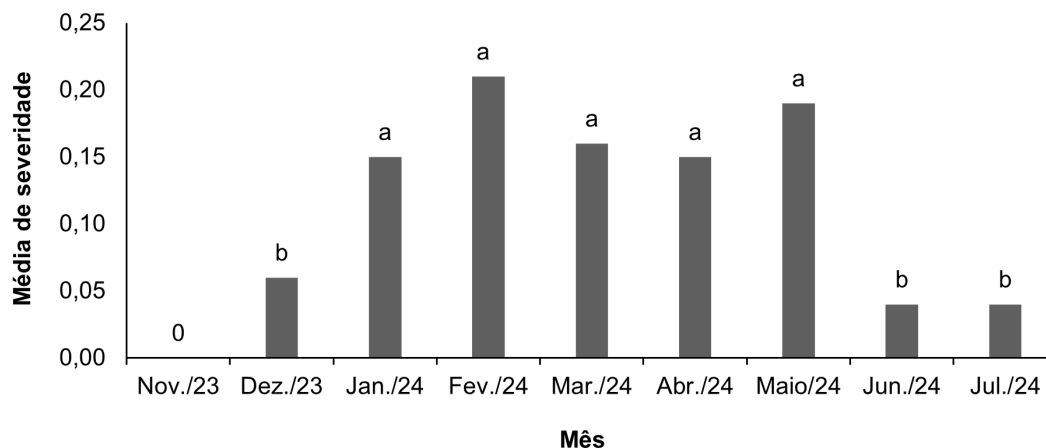


Figura 4. Severidade da queima do fio (*Ceratobasidium* spp.) no período de novembro de 2023 a julho de 2024, em Rio Branco, Acre.

Letras distintas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$, Scott-Knott).

Conclusões

- 1) Nas condições de Rio Branco, Acre, diferentes clones de *C. canephora* apresentaram maior severidade à antracnose (*Colletotrichum* spp.) do que à queima do fio (*Ceratobasidium* spp.).
- 2) Para ambas as doenças identificadas, o clone BRS 1216 apresentou área foliar mais atacada e o clone BRS 2299 menor porcentagem de área foliar atacada.

Referências

AGRIOS, G. N. (ed.). **Plant pathology**. 5. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2004. 922 p.

CAROLLO, E. M.; SANTOS FILHO, H. P. **Manual básico de técnicas fitopatológicas**: laboratório de fitopatologia Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016. 109 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1054670>. Acesso em: 28 set. 2024.

GARCIA, A.; VENEZIANO, W. **Queima do fio, mal de koleroga ou mal de hilachas (sinonímia: *Pellicularia koleroga* = *Koleroga noxia* donk = *Corticium koleroga*)**: uma doença em expansão nos cafeeiros de Rondônia. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1988. 11 p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Circular técnica, 40). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/703119>. Acesso em: 28 set. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estação automática de Rio Branco 2024**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 28 set. 2024.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (ed.). **Manual de fitopatologia**: doenças de plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. 686 p.

PEREIRA, R. D. C. A.; LÉDO, F. J. D. S.; BERGO, C. L.; SIVIERO, A. Avaliação de genótipos dos cafeeiros Arabica e Robusta na Amazônia Ocidental. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 4, p. 535-535. jul. 2000. Disponível em: <https://acta.inpa.gov.br/sumario.php?volume=30&edicao=4>. Acesso em: 28 set. 2024.

SIVIERO, A.; MACEDO, P. E. F. de; NOGUEIRA, S. R.; GONÇALVES, R. C. (ed.). **Manual para identificação e manejo das doenças de *Coffea canephora* no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2024. 10 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 83). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1166256>. Acesso em: 28 set. 2024.

SOUSA, J. W. de. Características climáticas do município de Rio Branco, Acre, período de 1990-2019. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, p. 723-740, ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/4231>. Acesso em: 28 set. 2024.

VIEIRA JUNIOR, J. R.; COSTA, J. N. M. (ed.). **Guia de bolso**: diagnose e manejo de doenças e pragas do cafeeiro na Amazônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2020. p. 47-70. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1125364>. Acesso em: 28 set. 2024.

VIEIRA JUNIOR, J. R.; FERNANDES, C. D. F. Doenças do cafeeiro. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (ed.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 281-304.

Crescimento de mudas de açaizeiro-solteiro em tubetes de diferentes volumes

Victor da Silva Barbosa⁽¹⁾, Aurenny Maria Pereira Lunz⁽²⁾, Cleyton Silva de Araújo⁽³⁾, João Pedro dos Santos Silva Cavalcante⁽¹⁾, Adriana Silva Rodrigues⁽¹⁾ e Jarderson Cassimiro Carneiro⁽³⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisadora, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Estudantes de doutorado, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O açaizeiro-solteiro é uma palmeira de importância econômica e ecológica e a produção de mudas de qualidade é essencial para seu cultivo bem-sucedido. Este estudo avaliou o efeito de diferentes volumes de tubetes no crescimento de mudas dessa espécie. O experimento foi realizado na Embrapa Acre, com um delineamento inteiramente casualizado, onde foram testados tubetes de tamanhos extrapequeno, pequeno, médio, grande e extragrande e analisadas as variáveis altura, diâmetro do colo, número de folhas e massas secas. Os resultados indicaram que tubetes maiores (médio, grande e extragrande) promovem um crescimento superior e melhor desenvolvimento das mudas, enquanto tubetes extrapequeno e pequeno limitam significativamente o crescimento. Recomenda-se o uso de tubetes médio, grande ou extragrande para otimizar o crescimento e a qualidade das mudas de açaizeiro-solteiro aos 6 meses de idade.

Termos para indexação: *Euterpe precatoria*, acúmulo de biomassa, tamanho de recipientes.

Growth of seedlings of single-stem açai palm in tubes of different volumes

Abstract – The single-stem açai palm is an economically and ecologically important species, and the production of high-quality seedlings is essential for its successful cultivation. This study evaluated the effect of different container volumes on the growth of seedlings of this species. The experiment was conducted at Embrapa Acre, using a completely randomized design, where extra-small, small, medium, large, and extra-large containers were tested. Variables such as height, stem diameter, number of leaves, and dry masses were analyzed. The results indicated that larger containers (medium, large and extra-large) promote superior growth and better seedling development, while extra-small and small containers significantly limit growth. The use of medium, large or extra-large containers is recommended to optimize the growth and quality of açai palm seedlings at six months of age.

Index terms: *Euterpe precatoria*, biomass accumulation, container size.

Introdução

O açazeiro-solteiro (*Euterpe precatoria* Mart.) é uma palmeira nativa da Amazônia com grande importância econômica, ambiental e social, especialmente em regiões da floresta tropical. A crescente demanda, tanto pelos frutos, ricos em nutrientes, quanto pelo uso potencial em reflorestamento e conservação, tem despertado o interesse na definição de processos eficientes para a produção de mudas de alta qualidade (Martinot et al., 2017).

Um dos fatores determinantes para o sucesso na produção de mudas é a escolha de recipientes adequados para o desenvolvimento inicial das plantas. Entre os diversos tipos de recipientes, os tubetes se destacam pela praticidade, economia de espaço e capacidade de promover um crescimento controlado das mudas. Além disso, apresentam “estrias” em sua estrutura interna, que promovem o desenvolvimento adequado do sistema radicular, prevenindo anomalias, que podem causar grandes prejuízos à produção no campo (Pozza et al., 2007).

Embora o uso de recipientes menores possa reduzir custos na produção e transporte, limita o crescimento radicular, podendo prejudicar o estabelecimento da planta. Por outro lado, recipientes de maior volume favorecem o desenvolvimento das raízes e também das plantas em campo, mas podem elevar o custo das mudas. Assim, a escolha do tubete adequado é essencial para garantir mudas com sistema radicular saudável e sucesso no plantio.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes volumes de tubetes no crescimento de mudas de açazeiro-solteiro.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em um viveiro com 70% de sombreamento, localizado no campo experimental da Embrapa Acre. Sementes de açazeiro foram coletadas na área de preservação da Embrapa Acre e semeadas em canteiro com areia. Após as plântulas atingirem o estágio “ponto palito”, foram transferidas para tubetes, conforme os tratamentos propostos.

O experimento foi delineado em esquema inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições de oito plantas por parcela. Os tratamentos consistiram de diferentes tamanhos de tubetes: extrapequeno, pequeno, médio, grande e extragrande, com volumes de 110,00; 180,00;

290,00; 410,00 e 800,00 mL. Foi utilizado um substrato comercial à base de casca de pínus, acrescido de 4,00 kg de adubo de liberação lenta (15-08-12) por metro cúbico de substrato.

As mudas foram irrigadas diariamente com microaspersão para manter a capacidade de campo do substrato. A cada 15 dias, foram realizados controle manual de plantas daninhas, aplicação de fungicida à base de piraclostrobina e epoxiconazol para o controle da antracnose e reposicionamento dos tubetes para minimizar possíveis influências ambientais.

Aos 6 meses após a repicagem, foi avaliado o crescimento das mudas, medindo-se: altura (cm), com régua graduada, do colo da planta até a inserção do primeiro par de folíolos da folha mais alta; diâmetro do colo (mm), com paquímetro digital, 1,00 cm acima do substrato; e número de folhas, pela contagem das folhas totalmente expandidas. Posteriormente, as mudas foram seccionadas em parte aérea e raízes, sendo lavadas, para retirada do substrato, e colocadas em sacos de papel kraft para secagem, em estufa com circulação de ar a 65 °C, até massa constante. As amostras foram pesadas, para determinação das massas secas da parte aérea, das raízes e total (g).

Os dados obtidos foram analisados por meio da análise de variância, pelo teste “F”. Em seguida, as médias dos tratamentos foram comparadas utilizando o teste de Tukey, adotando-se $\alpha = 5\%$.

Resultados e discussão

As variáveis de crescimento das mudas de açazeiro-solteiro apresentaram variações significativas em função dos tamanhos dos tubetes utilizados, aos 6 meses após a repicagem.

A altura, o diâmetro do colo e o número de folhas das mudas foram superiores nos tubetes maiores (médio, grande e extragrande), não diferindo estatisticamente entre eles. Nos tubetes menores (extrapequeno e pequeno), a altura das mudas foi similar; enquanto o diâmetro do colo e o número de folhas diferiram estatisticamente, sendo superior o tubete de tamanho pequeno (Tabela 1).

Em relação à massa seca das mudas, verificou-se que o tubete extragrande foi superior estatisticamente aos demais, exceto para a massa seca da parte aérea, em que foi similar ao tubete grande. Os tubetes extrapequeno e pequeno apresentaram as menores massas secas, com valores significativamente inferiores aos demais. Dentre eles, o tubete extrapequeno apresentou

o pior desempenho na produção de biomassa. A massa seca total nos tubetes extrapequeno e pequeno representou, respectivamente, 49 e 56% da massa seca total do tubete extragrande (Tabela 1).

O maior crescimento de *E. precatoria* nos tubetes de maior volume indica que esses recipientes proporcionam um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das mudas, o que se reflete em todas as variáveis analisadas. Isso pode ser explicado pela maior disponibilidade de espaço para o desenvolvimento do sistema radicular, o que possibilita uma maior absorção de água e nutrientes (Lisboa et al., 2012).

Em contrapartida, os tubetes de menor volume restringiram o desenvolvimento das mudas (Figura 1). Embora reduzam a necessidade de área no viveiro e os custos de produção, recipientes menores limitam o crescimento das raízes em mudas de diversas espécies, o que pode resultar em um crescimento desbalanceado da planta e comprometer seu estabelecimento no campo (Gasparin et al., 2014). Esses resultados corroboram com os observados por Oliveira et al. (2022), os quais apontam que recipientes de pequeno volume podem limitar o crescimento de mudas de açaizeiro-solteiro ao restringir o espaço para a expansão radicular.

Tabela 1. Altura (AP), diâmetro do colo (DC), número de folhas (NF) e massas secas da raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total (MST) de mudas de açaizeiro-solteiro produzidas em tubetes de diferentes tamanhos, aos 6 meses de idade.

Tubete ⁽¹⁾	AP (cm)	DC (mm)	NF (un.)	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)
Extragrande	10,41 a	6,37 a	2,78 a	0,58 a	1,18 a	1,77 a
Grande	10,28 a	6,36 a	2,72 a	0,49 b	1,11 ab	1,60 b
Médio	10,14 a	6,22 a	2,72 a	0,43 c	1,08 b	1,51 b
Pequeno	8,44 b	5,07 b	2,28 b	0,33 d	0,68 c	1,00 c
Extrapequeno	8,19 b	4,51 c	2,00 c	0,30 d	0,56 d	0,86 d
CV (%) ⁽²⁾	4,86	4,44	4,25	6,30	4,52	3,48

⁽¹⁾ Tamanhos de tubetes equivalentes a 800,00; 410,00; 290,00; 180,00 e 110,00 mL, respectivamente. ⁽²⁾ Coeficiente de variação (CV).

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

Foto: Aurenny Maria Pereira Lunz



Figura 1. Mudas de açaizeiro-solteiro produzidas em tubetes extrapequeno, pequeno, médio, grande e extragrande, aos 6 meses de idade.

Mudas produzidas em tubetes maiores apresentaram incremento no acúmulo de massa seca, sugerindo maior vigor e potencial de sobrevivência após o transplante. Segundo Lima et al. (2018), a biomassa está ligada ao desempenho das mudas, pois a parte aérea fornece fito-hormônios e carboidratos às raízes, que, por sua vez, fornecem água e nutrientes, convertidos em biomassa vegetal.

Ao avaliar diferentes volumes de recipientes na produção de mudas de *E. oleracea*, Nascimento e Gatti (2020) observaram que recipientes com maiores capacidades volumétricas resultaram em maior acúmulo de matéria seca nas mudas, indicando o uso de tubetes de 280,00 cm³. É importante destacar que *E. oleracea* tem um tempo de produção de mudas menor em comparação a *E. precatória*, o que justifica a necessidade de volumes maiores para essa última.

Conclusões

- 1) O tamanho dos tubetes impacta de forma significativa no crescimento das mudas de *E. precatória*, com 6 meses de idade.
- 2) Mudas cultivadas em tubetes pequeno e extrapequeno apresentam um crescimento restrito.
- 3) Tubetes médio, grande e extragrande favorecem um desenvolvimento vegetativo mais robusto de *E. precatória*.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Embrapa Acre pela concessão da bolsa de iniciação científica e por tornarem possível a execução do presente trabalho.

Referências

GASPARIN, E.; AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; DORNELES, D. U.; FOLTZ, D. R. B. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 553-563, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509815731>.

LIMA, G. de A.; ROCHA, B. D. da; ROCHA, J. S. da; ALVES, F. R. N.; OLIVEIRA, D. V. de; LOBATO, L. F. de L.; FIGUEIRA, E. P. de O.; BARBOSA, K. S. S. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de cumaru. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 136-146, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v10i2.5157>.

LISBOA, A. C.; SANTOS, P. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; CASTRO, D. N.; ABREU, A. H. M. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 603-609, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000400003>.

MARTINOT, J. F.; PEREIRA, H. S.; SILVA, S. C. P. Coletar ou cultivar: as escolhas dos produtores de açaí da mata (*Euterpe precatoria*) do Amazonas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 4, p. 751-766, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550408>.

NASCIMENTO, W. M. O. do; GATTI, L. A. P. **Produção de mudas de açaizeiro em recipientes de diferentes volumes**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2020. 17 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 143). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1128352>. Acesso em: 24 set. 2024.

OLIVEIRA, J. B. de; LUNZ, A. M. P.; NOGUEIRA, R. da S.; ARAÚJO, C. S. de; ANDRADE NETO, R. de C.; RIMERIO, F. P. Efeito do volume de recipiente na produção de mudas de *Euterpe precatoria*. In: SEMINÁRIO DA EMBRAPA ACRE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 4., 2021, Rio Branco, AC. **Atividades agropecuária e florestal para o desenvolvimento sustentável na Amazônia**: anais [...]. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022. p. 35-40. Apresentação oral. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1145947>. Acesso em: 24 set. 2024.

POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G.; MONTANARI, M.; SOUZA, R. F. Efeito do tipo de substrato e da presença de adubação suplementar sobre o crescimento vegetativo, nutrição mineral, custo de produção e intensidade de cercosporiose em mudas de caféiro formadas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 685-692, jun. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300013>.

Levantamento de pragas em cultivo de açaizeiro-solteiro em condições de viveiro e semicampo

Paula Rita de Cássia Silva de Souza⁽¹⁾ e Rodrigo Souza Santos⁽²⁾

⁽¹⁾ Bolsista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O açaizeiro-solteiro *Euterpe precatoria* Mart. é uma palmeira de expressão socioeconômica para a região Norte do Brasil, explorado para extração do palmito e coleta dos frutos. Embora seja notória sua importância, o conhecimento acerca das questões fitossanitárias dessa cultura ainda é incipiente. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi realizar um levantamento de pragas em cultivo de *E. precatoria* em condições de viveiro e semicampo, em Rio Branco, AC. Semanalmente era realizada vistoria, com auxílio de lupa de bolso (10X), em estipes e folíolos de plantas cultivadas nas duas condições. Folíolos contendo insetos e/ou ácaros eram retirados, acondicionados em saco hermético e levados ao Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre. No laboratório, o material era triado, sendo os insetos preservados em via úmida e os ácaros montados em lâminas de microscopia em meio de Hoyer. Foram encontrados pulgões, cochonilhas e moscas-brancas associados ao açaizeiro-solteiro, os quais foram identificados como *Cerataphis brasiliensis* (Hempel), *Nipaecoccus nipae* (Maskell) e *Aleurodicus pseudugesii* Martin, respectivamente. Também foram identificados os ácaros tetraniquídeos *Tetranychus palmarum* Flechtmann & Noronha, *Tetranychus ludeni* Zacher e *Oligonychus gossypii* (Zacher) em açaizeiro-solteiro. Fizeram-se, portanto, os primeiros registros de *A. pseudugesii*, *T. palmarum*, *T. ludeni* e *O. gossypii* em açaizeiro-solteiro, ampliando o conhecimento sobre os artrópodes-praga associados a *E. precatoria*.

Termos para indexação: Aleyrodidae, Amazônia, Arecaceae, cochonilha-do-coqueiro, Tetranychidae, pulgão-preto-das-palmáceas.

Survey of pests in single assai palm cultivation under nursery and semi-field conditions

Abstract – The single assai palm *Euterpe precatoria* Mart. it is a palm tree of socioeconomic importance in the Northern region of Brazil, exploited for the extraction of palm hearts and collection of fruits. Although its importance is well-known, knowledge about the phytosanitary issues of this crop is still incipient. In this sense, the aim of this study was to carry out a survey of pests in *E. precatoria* cultivation in nursery and semi-field conditions, in the municipality of Rio Branco, state of Acre, Brazil. Weekly inspections were carried out, with the aid of a pocket magnifying glass (10X), on the stems and leaflets of plants cultivated under both conditions. Leaflets containing insects and/or mites were removed, placed in an airtight bag and taken to the Embrapa Acre's Entomology Laboratory. In the laboratory, the material was sorted, with the insects preserved in a wet environment and the mites mounted on microscope slides in Hoyer's medium. Aphids, scale insects and whiteflies were found associated with the single assai palm, which were identified as *Cerataphis brasiliensis* (Hempel), *Nipaecoccus nipae* (Maskell) and *Aleurodicus pseudugesii* Martin, respectively. The tetranychid mites *Tetranychus palmarum* Flechtmann & Noronha, *Tetranychus ludeni* Zacher and *Oligonychus gossypii* (Zacher) were also identified on single assai palms. Therefore, the first records of *A. pseudugesii*, *T. palmarum*, *T. ludeni* and *O. gossypii* in single assai palm are made, expanding knowledge about the pest arthropods associated with *E. precatoria*.

Index terms: Aleyrodidae, Amazon, Arecaceae, coconut mealybug, Tetranychidae, palms black aphid.

Introdução

A região Amazônica abriga uma rica diversidade de espécies de frutíferas, destacando-se duas, pertencentes à família Arecaceae e ao gênero *Euterpe*: *Euterpe oleracea* Martius, conhecida popularmente como “açaizeiro-de-touceira”, e *Euterpe precatoria*, conhecida por “açaizeiro-solteiro” (Oliveira et al., 2022).

O açaizeiro-solteiro é uma palmácea de grande importância socioeconômica na Amazônia, especialmente nos estados do Amazonas, Rondônia e Acre. Essa espécie, que ocorre predominantemente em florestas ombrófilas de terra firme e de várzea, tem sido explorada economicamente, principalmente de forma extrativista por famílias ribeirinhas, quilombolas e seringueiros (Lorenzi et al., 2010). O mercado apresenta um crescente interesse econômico pelo palmito e frutos dessa palmeira. A polpa dos frutos é comercializada congelada ou in natura, sendo utilizada na produção industrial ou artesanal de sorvetes, picolés, açaí em pó, na fabricação de geleias, bebidas, isotônicos, doces, bolos, corantes (antocianina) e bombons (Cymerys; Shanley, 2005).

Com o crescimento da demanda de produtos derivados do açaizeiro e consequentemente pelo aumento do valor de mercado, houve um incentivo para a expansão do cultivo de *E. precatoria* no estado do Acre, com suporte de políticas públicas voltadas para a intensificação do manejo dessa cultura (Lunz et al., 2022). Problemas fitossanitários inexistentes ou de pouca importância para populações naturais ou plantios em pequena escala podem comprometer o cultivo e a produção do açaí em maior escala. Portanto, é necessário conhecer a entomofauna associada a essa palmeira com potencial para afetar a sobrevivência ou a produção das plantas (Santos et al., 2015). No entanto, apesar da importância socioeconômica dessa cultura para a economia acreana, o conhecimento acerca dos insetos-praga associados ao açaizeiro-solteiro no estado é incipiente (Santos et al., 2023), sendo registrados, atualmente, apenas o “pulgão-preto-das-palmáceas” *Cerataphis brasiliensis* (Hempel) (Hemiptera: Aphididae) (Lunz et al., 2011; Santos et al., 2023) e a “cochonilha-do-coqueiro” *Nipaecoccus nipae* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae) (Santos; Peronti, 2023) na cultura de *E. precatoria* no estado do Acre.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento de pragas em plantas de açaizeiro-solteiro, em condições de viveiro e semicampo em Rio Branco, AC.

Material e métodos

O estudo foi conduzido no período de setembro de 2023 a agosto de 2024, em plantas de açaizeiro-solteiro cultivadas em condições de viveiro e semicampo, no campo experimental da Embrapa Acre (10°01'33,5"S e 67°42'23,3"O) em Rio Branco, AC. As mudas foram plantadas em fevereiro de 2021 e não sofreram aplicação de produtos fitossanitários para o controle de pragas durante o período do estudo, tanto no viveiro, quanto nas casas de sombreamento.

Em ambas as condições de cultivo, o procedimento adotado foi a inspeção visual das plantas (estipe e folhas) com auxílio de lupa de bolso (aumento de 10X) à procura de artrópodes associados (insetos e/ou ácaros). Folíolos contendo populações de insetos e/ou ácaros eram retirados, inseridos em sacos plásticos herméticos identificados e levados até o Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre. Em laboratório, os insetos e/ou ácaros eram capturados com uso de pincel ou estilete entomológico e preservados em frascos de vidro contendo álcool etílico a 70%. Os insetos capturados foram encaminhados para identificação taxonômica com auxílio de literatura específica.

Os ácaros foram preparados no conjunto lâmina e lamínula para microscopia em meio de Hoyer, sendo ninfas e fêmeas montadas, em grupos de até quatro indivíduos, em posição dorsoventral e machos montados, individualmente, em posição látero-lateral. Posteriormente, as lâminas foram mantidas em estufa a 45 °C por 7 dias, para secagem e clarificação dos espécimes (Moraes; Flechtman, 2008). Os ácaros foram identificados em nível específico sob microscópio com contraste de fases e com base em literaturas específicas.

Resultados e discussão

Foram observados insetos (pulgões, cochonilhas e moscas-brancas) e ácaros associados às plantas de *E. precatoria* em ambas as condições de cultivo, durante o período de estudo.

O pulgão foi identificado como *C. brasiliensis*, espécie já registrada em *E. precatoria* em mudas de açaizeiro-solteiro oriundas de Cruzeiro do Sul, AC (Lunz et al., 2011). Posteriormente, Santos et al. (2023) registraram a presença desse afídeo em plantas de açaizeiro-solteiro, com aproximadamente 1 ano e 8 meses de idade, cultivadas sob gradientes de sombreamento artificial em Rio Branco, AC (Figuras 1A e 1B).

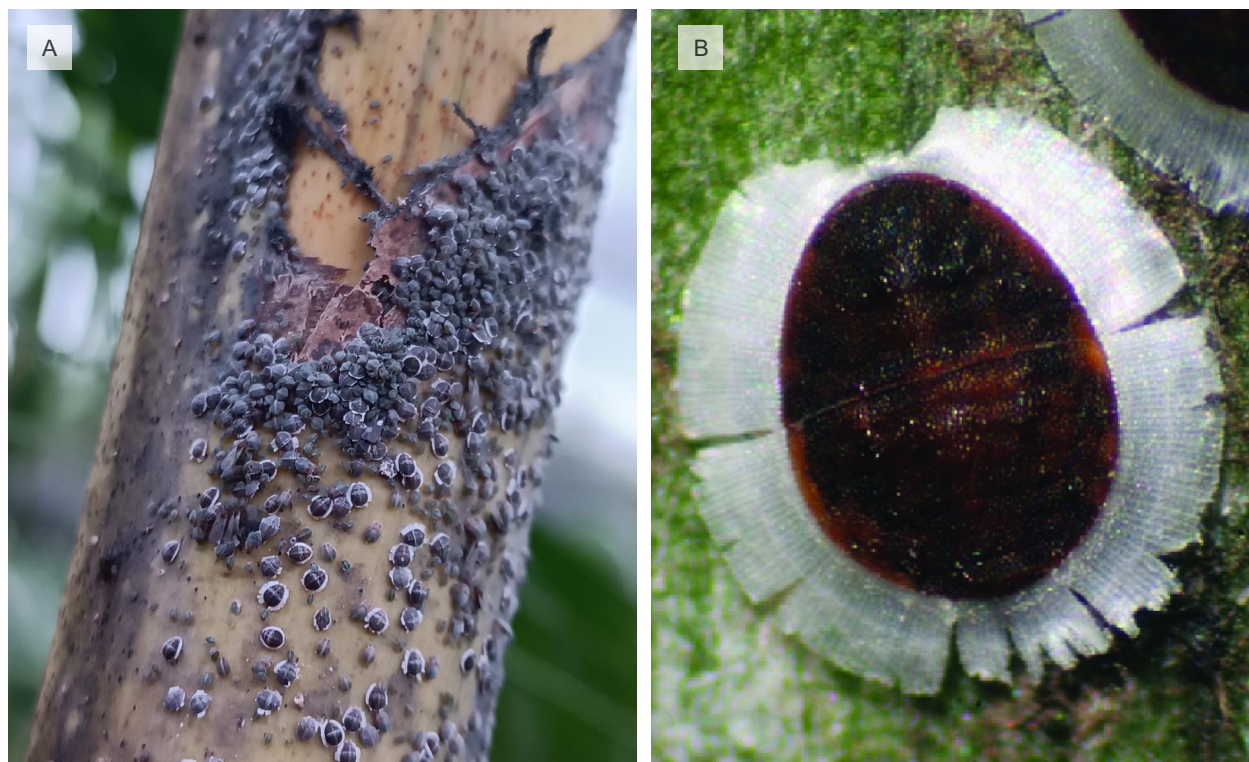


Figura 1. População de *Cerataphis brasiliensis* (Hempel) (Hemiptera: Aphididae) em estipe de açazeiro-solteiro em Rio Branco, Acre (A) e vista dorsal do adulto, em detalhe (B).

O pulgão-preto-das-palmáceas também ocorreu nas mudas de *E. precatória* cultivadas em viveiro, sendo predominantemente encontrado na face abaxial de folíolos e estipe de plantas infestadas.

Essa espécie de pulgão ocorre em palmáceas hospedeiras em regiões tropicais úmidas em todo o mundo, tanto ao ar livre quanto em casas de vegetação. Esse afídeo, provavelmente, foi disseminado globalmente pelo comércio internacional de palmeiras vivas no início do século XX (Howard et al., 1998).

As duas espécies de afídeos encontradas em palmeiras (Arecaceae) no Brasil são *C. brasiliensis* e *Cerataphis lataniae* (Boisduval, 1867) (Hemiptera: Aphididae) (Zorzenon, 2020). Apesar de ambas as espécies possuírem um par de chifres cefálicos na margem anterior da cabeça, *C. brasiliensis* se distingue de *C. lataniae* pela presença de dois espinhos em forma de lança sobre uma base em formato de tubérculo, ventralmente, próximos à base das antenas, os quais são simples em *C. lataniae* (Russell, 1996; Mews et al., 2008).

Em altas populações, o pulgão-das-palmáceas pode ocasionar danos severos em plantas jovens, tanto em viveiros quanto no campo. Os adultos e ninfas, pela contínua sucção de seiva elaborada, provocam atraso no desenvolvimento das mudas

do açazeiro, tornando-as raquíticas e com as folhas amareladas (Santos et al., 2023). Além disso, o *honeydew* eliminado por esses insetos, decorrente da alimentação da seiva das plantas, promove o crescimento de fungos oportunistas (por exemplo, *Capnodium* spp., Capnodiaceae), que se proliferam nas excreções desses afídeos, ocasionando a fumagina (Figura 2) (Lourenção et al., 2015). Palmeiras com alta incidência de *C. brasiliensis* podem apresentar crescimento atrofiado (Wells, 2012).

A cochonilha foi identificada como *N. nipae* (Figura 3), cujo primeiro registro no Brasil foi em *E. precatória* no estado do Acre, realizado por Santos e Peronti (2023). As cochonilhas foram observadas tanto em plantas de *E. precatória* no viveiro, quanto em condições de semicampo.

As fêmeas adultas dessa espécie de cochonilha possuem corpo ovalado, variando de 1,5 a 2,5 mm de comprimento, coloração marrom-avermelhada, e são recobertas por espessa camada de cera amarelo-alaranjada, com 10 a 12 pares de filamentos marginais cerosos. A superfície dorsal do corpo contém cinco a oito filamentos cerosos semelhantes aos presentes na lateral do corpo (Miller et al., 2014). Microscopicamente, *N. nipae* apresenta setas dorsais cônicas, com menos de 17 pares de cerários,

número reduzido de poros ventrais multiloculares, ausência de ductos tubulares orais ventrais nas áreas marginais do abdome e ausência de poros translúcidos no fêmur posterior (Miller et al., 2014).

A família Pseudococcidae é considerada a mais importante, dentre as 34 famílias de cochonilhas-farinhas descritas, pois abriga muitas espécies consideradas pragas de fruteiras tropicais (García Morales et al., 2016). O gênero *Nipaecoccus* Šulc, 1945 (Hemiptera: Pseudococcidae) reúne 49 espécies, sendo três importantes pragas agrícolas, incluindo *N. nipae* (García Morales et al., 2016; Kondo; Watson, 2022).



Figura 2. Fumagina recobrendo a superfície adaxial de folha de açaizeiro-solteiro (*Euterpe precatoria* Martius) em Rio Branco, Acre.

A cochonilha-do-coqueiro é cosmopolita e polífaga, infestando 113 plantas hospedeiras distribuídas em 51 famílias, incluindo Arecaceae (García Morales et al., 2016). Essa cochonilha tem origem Neotropical e provavelmente foi disseminada globalmente por meio do comércio de material vegetal infestado. Além do estado do Acre, já havia sido registrada no Paraná, Rio de Janeiro, Espírito Santo e São Paulo (Culik et al., 2011; Kondo; Watson, 2022).

Em altas infestações, *N. nipae* pode causar amarelecimento da folhagem, desfolhamento, redução do vigor do hospedeiro e morte de plantas jovens (Espinosa et al., 2009; Kondo; Watson 2022). Esses sinais foram observados em plantas de *E. precatoria* infestadas por *N. nipae*, em ambas

as condições de cultivo (casas de sombreamento e viveiro). Assim como foi observado em infestações de *C. brasiliensis* em plantas de *E. precatoria*, as cochonilhas, devido à contínua sucção de seiva elaborada, eliminam constantemente o *honeydew* na superfície foliar das plantas hospedeiras, acarretando o desenvolvimento da fumagina (Figura 3), a qual dificulta a absorção de luz e oxigênio pela planta (Santos; Peronti, 2023).



Figura 3. População de *Nipaecoccus nipae* (Hemiptera: Pseudococcidae) em folíolo de *Euterpe precatoria* em Rio Branco, Acre.

As moscas-brancas, associadas a plantas de *E. precatoria* em condição de viveiro e casas de sombreamento, foram identificadas como *Aleurodicus pseudugesii* Martin (Hemiptera: Aleyrodidae) (Figura 4), espécie registrada pela primeira vez em coqueiros (*Cocos nucifera* L., Arecaceae) no Equador e Peru (Martin, 2008). No Brasil, já havia sido reportada em coqueiros nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Sergipe, Pará e Rio de Janeiro (Ferreira et al., 2011; Omena et al., 2012; Noronha et al., 2023). Além de areáceas, *A. pseudugesii* também já foi registrada em espécies botânicas das famílias Fabaceae, Araceae, Annonaceae, Vitaceae, Musaceae, Bignoniaceae e Euphorbiaceae (Trindade et al., 2012).

As moscas-brancas têm potencial de danificar as plantas de forma direta pela sucção da seiva, causando amarelecimento de folhas, ramos e frutos (Liu et al., 2012), e indiretamente pela transmissão de vírus e injeção de toxinas. A fumagina foi observada em folhas de açaizeiro-solteiro colonizadas por *A. pseudugesii*, embora em menor intensidade quando comparada às folhas infestadas por *C. brasiliensis*.

Fotos: Vanessa Vitoria Leão da Silva

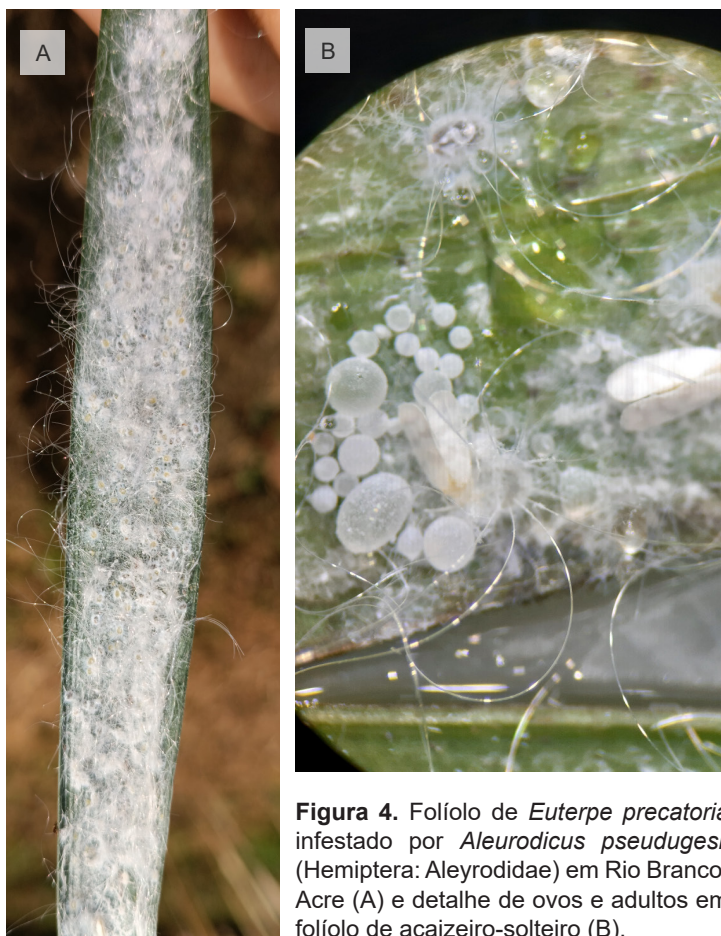


Figura 4. Folíolo de *Euterpe precatoria* infestado por *Aleurodicus pseudugesii* (Hemiptera: Aleyrodidae) em Rio Branco, Acre (A) e detalhe de ovos e adultos em folíolo de açazeiro-solteiro (B).

Os sintomas do ataque de *A. pseudugesii* em açazeiro-solteiro são idênticos aos relatados por Wolff (2012) em coqueiro, caracterizados pelo intenso amarelecimento das folhas. Segundo Ferreira et al. (2011), esse inseto possui alta capacidade de reprodução e seu ataque provoca perdas significativas à produção no coqueiro. Assim, estudos que visem estimar nível de dano e perda de produtividade, decorrente de infestações por esse aleirodídeo em *E. precatoria*, são fortemente recomendados.

Além dos insetos associados, no viveiro também foi verificada a presença de teias e ácaros ocorrendo na face inferior dos folíolos de mudas de *E. precatoria*, em populações protegidas por teia (Figuras 5A e 5B). Observando os folíolos sob microscópio estereoscópio, foi verificada a presença de ovos, ninfas e adultos, indicando que *E. precatoria* é uma planta hospedeira favorável à alimentação e reprodução desses ácaros.

Os espécimes, montados em lâminas de microscopia, apresentaram como características diagnósticas: palpo com processo unha-dedão;

quelíceras fundidas entre si e com dígito móvel estiletiforme, longo, recurvado na base e implantado no estilóforo; estigmas na base do gnatossoma; setas longas no dorso do idiossoma; no tarso I, dois pares de setas duplex; empódio presente; um par de setas para-anais; e fêmeas com estrias na abertura genital. Essas características evidenciam que os espécimes pertencem à família Tetranychidae (Moraes; Flechtmann, 2008).

Foram identificadas três espécies de tetraniquídeos associadas a mudas de *E. precatoria*: *Tetranychus palmarum* Flechtmann & Noronha, 2011, *Tetranychus ludeni* Zacher, 1913 e *Oligonychus gossypii* (Zacher, 1921) (Acari: Tetranychidae).

As fêmeas adultas têm coloração em tons de vermelho e os ovos são esféricos, inclusive o de *O. gossypii*. Devido à coloração das fêmeas, mais abundantes e visíveis, e à presença das teias, esses ácaros são popularmente conhecidos como “ácaro-vermelho” ou “ácaro-de-teia”. Os machos de *T. palmarum* e *O. gossypii* também são avermelhados, já os de *T. ludeni* são esverdeados (Moraes; Flechtmann, 2008).



Fotos: Vanessa Vitória Leão da Silva

Figura 5. População de ácaros tetraniquídeos em folíolo de açaizeiro-solteiro, em Rio Branco, Acre (A) e detalhe de ninfas e adultos na face abaxial de folíolo de açaizeiro-solteiro (B).

Os danos observados nos folíolos são os típicos para os tetraniquídeos, com as mudas infestadas apresentando perda de área fotossintetizante (áreas cloróticas), devido aos ácaros se alimentarem do conteúdo das células da epiderme e parênquima, levando à diminuição da fotossíntese e aumento da transpiração (Vieira et al., 2018). Entretanto, não foi observada mortalidade de mudas de *E. precatoria* durante o período de estudo. Ademais, não foi observada a presença de pulgões, cochonilhas e/ou moscas-brancas em folíolos infestados por ácaros tetraniquídeos. Algumas hipóteses podem ser levantadas para explicar tal observação: 1) a produção de teia pelos tetraniquídeos pode impedir a infestação por insetos fitófagos; 2) os ácaros colonizam mais rapidamente as plantas infestadas e são mais competitivos pelo nicho em detrimento aos insetos fitófagos; e 3) os ácaros ocorrem em plantas em localização de escape nas condições de viveiro e semicampo.

Tetranychus palmarum tem registro de ocorrência apenas no Brasil (Pará e Amazonas) em dendezeiro *Elaeis guineensis* Jacq. (Arecaceae). *Tetranychus ludeni* é cosmopolita e polífago e, no Brasil, já foi registrado em 12 estados e no Distrito Federal. Possui cerca de 363 espécies

botânicas hospedeiras conhecidas, dentre as quais arecáceas de importância econômica (por exemplo, *C. nucifera*). Já *O. gossypii* tem distribuição Afrotropical e Neotropical e, no Brasil, ocorre em seis estados, sendo registrado em 57 espécies de plantas hospedeiras, nenhuma delas pertencentes à família Arecaceae (Flechtmann; Moraes, 2024). As duas espécies de *Tetranychus* ainda não tinham sido reportadas no estado do Acre e nenhuma espécie de Tetranychidae havia sido registrada em *E. precatoria* no Brasil, embora já ocorressem tetraniquídeos em *Euterpe edulis* Martius e *Euterpe oleracea* Martius, no Brasil (Flechtmann; Moraes, 2024).

Baseado nos resultados obtidos, constata-se que *E. precatoria* abriga espécies de insetos e ácaros com potencial biótico, facilidade de dispersão e potencial danoso significativo. Assim, são recomendadas novas ações de pesquisas que elucidem acerca da distribuição geográfica dessas espécies no estado do Acre, bem como níveis de dano e plantas hospedeiras, sobretudo frutíferas tropicais, a fim de estabelecer estratégias de manejo integrado que possam mitigar, futuramente, os possíveis danos econômicos em plantios comerciais de açaizeiro-solteiro no estado.

Conclusões

- 1) O açazeiro-solteiro é uma palmácea hospedeira de insetos e ácaros fitófagos, especialmente, na sua fase jovem de desenvolvimento.
- 2) Fez-se o primeiro registro da mosca-branca *Aleurodicus pseudugesii*, em açazeiro-solteiro, no Brasil.
- 3) Fizeram-se os primeiros registros dos ácaros tetraniquídeos *Tetranychus palmarum*, *Tetranychus ludeni* e *Oligonychus gossypii*, em açazeiro-solteiro, no Brasil.
- 4) Não foi verificada a mortalidade de plantas advindas das infestações pelos organismos fitófagos (insetos e ácaros) encontrados durante o período de estudo.

Referências

- CULIK, M. P.; WOLFF, V. R. S.; PERONTI, A. L. G.; BEN-DOV, Y.; VENTURA, J. A. Hemiptera, Coccoidea: distribution extension and new records for the states of Espírito Santo, Ceará, and Pernambuco, Brazil. **Check List**, v. 7, n. 4, p. 567-570, 2011. DOI: 10.15560/7.4.567.
- CYMERYS, M.; SHANLEY, P. Açai *Euterpe oleracea* Mart. In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. (ed.). **Fruteiras e plantas úteis na vida amazônica**. Belém, PA: Cifor, 2005. p. 163-170.
- ESPINOSA, A.; HODGES, A.; HODGES, G.; MANNION, C. **Coconut mealybug *Nipaecoccus nipae* (Maskell) (Insecta: Hemiptera: Pseudococcidae)**. Gainesville: University of Florida/IFAS, 2009. 4 p.
- FERREIRA, J. M. S.; LINS, P. M. P.; OMENA, R. P. M. de; LIMA, A. F. de; RACCA-FILHO, F. **Mosca-branca: uma ameaça à produção do coqueiro no Brasil**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 5 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica, 62). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/897914>. Acesso em: 9 set. 2024.
- FLECHTMANN, C. H. W.; MORAES, R. C. B. **Tetranychidae database**. 2024. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/tetranychidae/>. Acesso em: 9 set. 2024.
- GARCÍA MORALES, M.; DENNO, B. D.; MILLER, D. R.; MILLER, G. L.; BEN-DOV, Y.; HARDY, N. B. ScaleNet: a literature-based model of scale insect biology and systematics. **Database**, v. 2016, p. 1-5, Feb. 2016. DOI: 10.1093/database/bav118.
- HOWARD, F. W.; HALBERT, S.; GIBLIN-DAVIS, R. Intraspecific dueling in palm aphids, (Homoptera: Hormaphididae). **Florida Entomologist**, v. 81, n. 4, p. 552-554, Dec. 1998. Disponível em: <https://journals.flvc.org/flaent/article/view/59411>. Acesso em: 9 set. 2024.
- KONDO, T.; WATSON, G. W. A list of scale insect agricultural pests. In: KONDO, T.; WATSON, G. W. (ed.). **Encyclopedia of scale insect pests**. Wallingford: CAB International, 2022. p. 8-37.
- LIU, S. S.; COLVIN, J.; BARRO, P. J. de. Species concepts as applied to the whitefly *Bemisia tabaci* systematics: how many species are there? **Journal of Integrative Agriculture**, v. 11, n. 2, p. 176-186, Feb. 2012. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(12\)60002-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(12)60002-1).
- LOURENÇÃO, A. L.; SAKATE, R. K.; VALLE, G. E. *Bemisia tabaci* biótipo B. In: VILELA, E.; ZUCCHI, R. A. (org.). **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba, SP: Fealq, 2015. p. 682-707.
- LORENZI, H.; NOBLICK, L.; KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora brasileira: Arecaceae (palmeiras)**. Nova Odessa: Plantarum, 2010. 384 p.
- LUNZ, A. M.; LAZZARI, S. M. N.; ZONTA-DE-CARVALHO, R. C.; OLIVEIRA, M. S. P. de; SOUZA, L. A. de S. *Cerataphis brasiliensis* (Hempel) (Hemiptera: Aphididae) em quatro espécies de palmáceas na Amazônia: ocorrência e considerações taxonômicas. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 4, p. 593-596, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000400018>.
- LUNZ, A. M. P.; ARAÚJO, C. S. de; ANDRADE NETO, R. de C.; COSTA, V. L. da; LIMA, M. S. de; CARDOSO, I. V.; BARBOSA, V. da S.; CARNEIRO, J. C.; LESSA, L. S. **Sombreamento para estabelecimento de açazeiro-solteiro**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022. 25 p. (Embrapa Acre. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 69). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1151021>. Acesso em: 9 set. 2024.
- MARTIN, J. H. A revision of *Aleurodicus* Douglas (Sternorrhyncha, Aleyrodidae), with two new genera proposed for palaeotropical natives and an identification guide to world genera of Aleurodicinae. **Zootaxa**, v. 1835, n. 1, p. 1-100, July 2008. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1835.1.1>.
- MEWS, C. M.; CABETTE, H. S. R.; ALBINO, J. L. D. A closer look at intraspecific variation of *Cerataphis brasiliensis* (Hempel). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 137-142, Apr. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2008000200005>.
- MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308 p.
- MILLER, D. R.; RUNG, A.; PARIKH, G.; VENABLE, G.; REDFORD, A. J.; EVANS, G. A.; GILL, R. J.

Scale insects: **Nipaecoccus nipae** (Maskell). 2014. Disponível em: <http://www.sel.barc.usda.gov/scalekeys/ScaleInsectsHome/ScaleInsectsHome.html>. Acesso em: 9 set. 2024.

NORONHA, A. C. S.; COSTA, V. A.; LIMA, A. F. de; SILVA, L. C.; DUARTE, L. S.; VIEIRA, R. C. Parasitism of *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 (Hemiptera: Aleyrodidae) by *Aleuroctonus marki* Hansson & LaSalle, 2003 (Hymenoptera: Eulophidae) in coconut trees in the state of Pará, Brazil. **Entomological Communications**, v. 5, ec05001, 2023. DOI: <https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec05001>.

OLIVEIRA, M. do S. P. de; OLIVEIRA, N. P. de; DOMINGUES, A. F. N.; MATTIETTO, R. de A.; TEIXEIRA, D. H. L.; FARIAS NETO, J. T. de. *Euterpe oleracea* e *E. precatoria*, açai. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; VIEIRA, I. C. G. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - Região Norte**. Brasília, DF: MMA, 2022. p. 1199-1214.

OMENA, R. P. M.; GUZZO, E. C.; FERREIRA, J. M. S.; MENDONÇA, F. A. C.; LIMA, A. F. de; RACCA-FILHO, F.; SANTANA, A. E. G. First report on the whitefly, *Aleurodicus pseudugesii* on the coconut palm, *Cocos nucifera* in Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 12, n. 26, p. 1-6, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1673/031.012.2601>.

RUSSEL, L. M. Notes on *Cerataphis brasiliensis* and synonyms palmae, variabilis and fransseni (Homoptera: Aphididae), with a key to *Cerataphis* species living on palms and orchids. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 98, p. 439-449, 1996.

SANTOS, R. S.; CREÃO DUARTE, A. J.; LUNZ, A. M. P. Infestação de *Aetalion reticulatum* (Linnaeus) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Aethalionidae) em plantas de *Euterpe oleracea* Martius (Arecaceae) no estado do Acre. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 1, p. 69-73, 2015. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrazilis.v8i1.450>.

SANTOS, R. S.; PERONTI, A. L. B. G. Primeiro registro de *Nipaecoccus nipae* (Maskell, 1893) (Hemiptera: Pseudococcidae) em *Euterpe precatoria* Martius

(Arecaceae) no Brasil. **Entomological Communications**, v. 5, ec05016, 2023. DOI: <https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec05016>.

SANTOS, R. S.; ZONTA-DE-CARVALHO, R. C.; LUNZ, A. M. P.; SILVA, V. V. L. **Registro do pulgão-preto-das-palmáceas em açaieiro-solteiro em Rio Branco, Acre, e estratégias de manejo**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2023. 13 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 208). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1160185>. Acesso em: 9 set. 2024.

TRINDADE, T.; RACCA-FILHO, F.; LIMA, A. F. de. *Aleurodicus* Douglas (Hemiptera: Aleyrodidae, Aleyrodicinae) no estado do Rio de Janeiro e primeiro registro de *Aleurodicus trinidadensis* Quaintance and Baker para o Brasil. **Entomotropica**, v. 27, n. 2, p. 57-70, 2012. Disponível em: <https://entomotropica.org/index.php/entomotropica/article/view/353>. Acesso em: 9 set. 2024.

VIEIRA, A. H.; RAMALHO, A. R.; ROSA NETO, C.; CARARO, D. C.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; WADT, P. G. S.; SOUZA, V. F. **Cultivo do açaieiro (*Euterpe oleracea* Martius) no Noroeste do Brasil**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2018. 90 p. (Embrapa Rondônia. Sistema de produção, 36). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1101575>. Acesso em: 9 set. 2024.

WELLS, B. C. **Palm aphid *Cerataphis brasiliensis* (Hempel) (Insecta: Hemiptera: Aphidae: Hormaphidinae)**. Gainesville: IFAS, 2012. 4 p.

WOLFF, V. R. Subordem Sternorrhyncha Amyot & Serville, 1843. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, 2012. p. 349-359.

ZORZENON, F. J. Pulgão-das-palmeiras (*Cerataphis brasiliensis*). In: GUIA de sanidade vegetal. São Paulo: Instituto Biológico, 2020. Disponível em: http://www.sica.bio.br/guiabiologico/busca_culturas_resultado_ok.php?Id=179&Vlt=3. Acesso em: 9 set. 2024.

Adequações na etapa pós-colheita de plátanos no Acre visando à manutenção da qualidade dos frutos

Sabrina Lima da Silva⁽¹⁾, Virgínia de Souza Álvares⁽²⁾, Cathariny Rocha Santos⁽¹⁾, Lauro Saraiva Lessa⁽³⁾ e Paulo Eduardo França de Macedo⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisadora, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Analista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁴⁾ Analista, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Resumo – A qualidade de plátano no estado do Acre é baixa. O objetivo foi avaliar a eficácia de práticas mínimas de manejo dos frutos na etapa pós-colheita de produção. Os plátanos foram colhidos no município de Acrelândia, AC, cultivar D'Angola, cujos cachos foram despencados, subdivididos em buquês, acondicionados em caixas e transportados até a Embrapa Acre. Os buquês foram submetidos aos tratamentos: T1 = testemunha (frutos transportados em cachos); T2 = detergente neutro; T3 = detergente neutro + sulfato de alumínio; T4 = detergente neutro + sulfato de alumínio + hipoclorito de sódio; e T5 = detergente neutro + sulfato de alumínio + hipoclorito de sódio + tiabendazol. As variáveis analisadas foram: perda de massa fresca, coloração visual da casca; cor instrumental da casca; degradação de amido na polpa; firmeza da polpa; sólidos totais; acidez titulável; e incidência de podridão e severidade de antracnose. O uso do fungicida reduziu a incidência de podridão nos frutos, nos primeiros 3 dias de armazenamento, diminuindo também a severidade da antracnose, após 9 dias. O efeito da lavagem dos frutos com detergente na redução da contaminação foi observado apenas aos 12 dias. No entanto, um efeito adicional foi registrado quando os frutos foram também tratados com fungicida. Após a colheita, os plátanos da cultivar D'Angola devem ser lavados, higienizados com hipoclorito de sódio e tratados com fungicida tiabendazol, a fim de reduzir a contaminação por antracnose e manter a qualidade dos frutos por mais tempo.

Termos para indexação: *Musa* spp., *Colletotrichum musae*, sistema de produção de plátanos.

Adjustments in the post-harvest stage of plantains in Acre to maintain fruit quality

Abstract – The quality of plantain in the state of Acre is low. The objective was to evaluate the effectiveness of minimum fruit handling practices in the post-harvest. The fruits, D'Angola cultivar, were harvested in the Acrelândia, AC, whose bunches were plumped, subdivided into clusters, packed in boxes and transported to Embrapa Acre. The clusters were subjected to the following treatments: T1 = fruits transported in bunches; T2 = neutral detergent; T3 = neutral detergent + aluminum sulfate; T4 = neutral detergent + aluminum sulfate + sodium hypochlorite; and T5 = neutral detergent + aluminum sulfate + sodium hypochlorite + thiabendazole. The variables analyzed were: loss of fresh mass, visual color of the peel; instrumental color of the peel; starch degradation in the pulp; pulp firmness; total solids; titratable acidity; incidence of rot and severity of anthracnose. The use of the fungicide reduced the incidence of rot in the first three days of storage, also reducing the severity of anthracnose after 9 days. The effect of washing the fruits with detergent in reducing contamination was only observed after 12 days, but an additional effect was seen when the fruits were treated with fungicide. After harvesting, the plantain trees D'Angola cultivar must be washed, sanitized with sodium hypochlorite and treated with the fungicide thiabendazole in order to reduce contamination by anthracnose and maintain the quality of the fruits for longer.

Index terms: *Musa* spp., *Colletotrichum musae*, plantains production system.

Introdução

A banana ocupa uma posição de destaque na economia do Acre, sendo a principal fruteira produzida no estado (IBGE, 2022). O cultivo de plátano merece lugar de destaque no cenário agrícola acreano, no qual a cultivar D'Angola é bastante explorada pelos produtores locais.

Na bananicultura da região, a sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis*) é a principal doença registrada (Nascimento; Bayma, 2022). Como não há um sistema de mitigação de risco implantado no Acre, a comercialização é restrita, principalmente, aos estados de Rondônia e Amazonas, o que causa prejuízo comercial aos agricultores de base familiar (Soares et al., 2024). Dentre os procedimentos para a implantação desse sistema, estão alguns cuidados na pós-colheita que devem ser, obrigatoriamente, realizados em casas de embalagem (Brasil, 2005).

Além disso, ressalta-se que o sistema de produção de banana no estado é caracterizado por baixo nível tecnológico, sem cuidados adequados na etapa pós-colheita de produção (Soares et al., 2024). Esse manejo é traduzido por baixa qualidade dos frutos, decorrente, principalmente, de podridões causadas pela antracnose, doença provocada pelo fungo *Colletotrichum musae*.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de práticas mínimas de manejo dos frutos na etapa pós-colheita de produção, visando à manutenção da qualidade de plátano da cultivar D'Angola.

Material e métodos

Em fevereiro de 2024, em uma propriedade rural no município de Acrelândia, AC, foram colhidos, aproximadamente, 100 kg de plátanos da cultivar D'Angola (AAB), no estádio de maturação 2 (frutos verdes com traços amarelos), de acordo com escala de Von Loesecke (Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura; Produção Integrada de Frutas, 2006). Os cachos foram encaminhados para uma casa de embalagem próxima, onde foram despencados, subdivididos em buquês contendo de três a quatro frutos cada um, acondicionados em caixas de madeira e transportados, via terrestre, até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Acre, em Rio Branco. Três cachos foram transportados inteiros para o despencamento no laboratório, sendo esse o manejo rotineiramente realizado pelos agricultores da região, e considerados como testemunha.

Os buquês foram submetidos aos tratamentos: T1 = testemunha (frutos transportados em cachos e sem tratamento adicional); T2 = higienização com detergente neutro; T3 = detergente neutro + sulfato de alumínio; T4 = detergente neutro + sulfato de alumínio + sanitização com hipoclorito de sódio; e T5 = detergente neutro + sulfato de alumínio + hipoclorito de sódio + tratamento antifúngico. As dosagens utilizadas foram: 0,20% de detergente neutro (Borges et al., 2009), 0,50% de sulfato de alumínio (Marcolan et al., 2007), 1,50% de hipoclorito de sódio (Oliveira et al., 2016) e 0,41% do fungicida tiabendazol (Coelho et al., 2010). Com exceção da testemunha, todos os tratamentos foram realizados com imersão completa dos frutos em cada solução, por 3 minutos.

Em seguida, os buquês foram dispostos em bandejas de poliestireno expandido e armazenados em condição não controlada de temperatura e umidade relativa ambiente, com monitoramento por meio de um termo-higrômetro digital (Supermedy, modelo HTC-2), simulando um período de comercialização. As análises foram realizadas, antes do armazenamento e a cada 3 dias, observando: 1) perda de massa fresca dos frutos, calculada pela diferença entre a massa inicial e a massa obtida a cada intervalo de tempo, em balança analítica (%); 2) firmeza da polpa com auxílio de um penetrômetro digital portátil (Instrutherm, modelo PTR-300) sobre a porção mediana de três frutos fatiados, utilizando o teste de força de compressão (N); 3) degradação de amido na polpa pelo método de imersão em iodo (% de polpa manchada) (Thakur et al., 2019); 4) sólidos totais (ST) determinados com auxílio de refratômetro digital portátil (Atago, Pal-1) (°Brix); 5) acidez titulável (AT) por titulação com NaOH 0,1 N (g ácido málico.100 g⁻¹ polpa); 6) cor instrumental da casca, determinada em três pontos equidistantes dos frutos, utilizando um colorímetro de bancada (Konica Minolta, CR-5) em escala HunterLab, obtendo os valores de luminosidade (L), coordenadas de cor a* (+a indica vermelho e -a indica verde) e b* (+b indica amarelo e -b indica azul) e calculados a saturação ou cromaticidade (chroma) (Ozturk et al., 2009), ângulo de matiz ou tonalidade (°Hue) (Moraes et al., 2002) e índice de cor (IC) (Jimenez-Cuesta et al., 1983); 7) coloração visual da casca, determinada por meio de escala de maturação utilizada pelo Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura e Produção Integrada de Frutas (2006); 8) incidência de podridões pós-colheita, determinada com base na equação: $I = (NFL/NTF) \times 100$, em que *I* é a incidência de

podridões (% de frutos com sintomas), *NFL* é o número de frutos com lesões e *NFT* é o número total de frutos; e 9) severidade de antracnose, estimada com auxílio de uma escala diagramática proposta por Moraes et al. (2006), com variação de 0,00 a 64,00% de área da casca lesionada por fruto.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, no esquema de parcela subdividida, sendo a parcela os cinco tratamentos e a subparcela a avaliação no tempo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de média de Scott-Knott a 5,00% de probabilidade e à regressão linear, com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011). As variáveis firmeza dos frutos, presença de amido na polpa, sólidos totais, acidez titulável, cor visual da casca, coordenada de cor a^* e severidade de antracnose foram transformadas em raiz quadrada de $X + 1$, visando ao atendimento dos pressupostos da análise de variância.

Resultados e discussão

As condições do ambiente de armazenamento variaram de 21,1 a 27,8 °C de temperatura e de 54,00 a 94,00% de umidade relativa (Figura 1), com temperatura média de 23,9 °C e umidade relativa média de 74,80%.

Não houve interação significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento em

relação à perda de massa fresca acumulada dos frutos, firmeza e degradação de amido na polpa (Figuras 2 e 3).

A perda de massa aumentou com o tempo de armazenamento, independente do tratamento aplicado, alcançando um valor médio de 14,87% após 12 dias (Figura 2A). Hansen et al. (2010) observaram perda de massa fresca acumulada semelhante a este trabalho, 14,30% para a cultivar Terra Maranhão armazenada pelo mesmo período à temperatura ambiente (23,5 °C e umidade relativa de 74,00%). A perda de massa ocorre em virtude da eliminação de água dos frutos durante a respiração e transpiração, sendo considerada um atributo visual que altera a qualidade e a comercialização dos frutos e está diretamente relacionada, dentre outros fatores, com as condições de armazenamento.

A firmeza da polpa reduziu aproximadamente 44,00% ao final do armazenamento, sem interferência do tratamento aplicado (Figura 2B). A perda de firmeza da polpa de plátanos está relacionada ao processo de solubilização dos polissacarídeos da parede celular (Shiga et al., 2011). A firmeza da polpa ocorre com a evolução do amadurecimento dos frutos (Aquino et al., 2017; Andrade, 2015) e pode ser observada pela degradação do amido por meio da mudança na coloração azul-escura da polpa na presença do iodo (Figura 3).

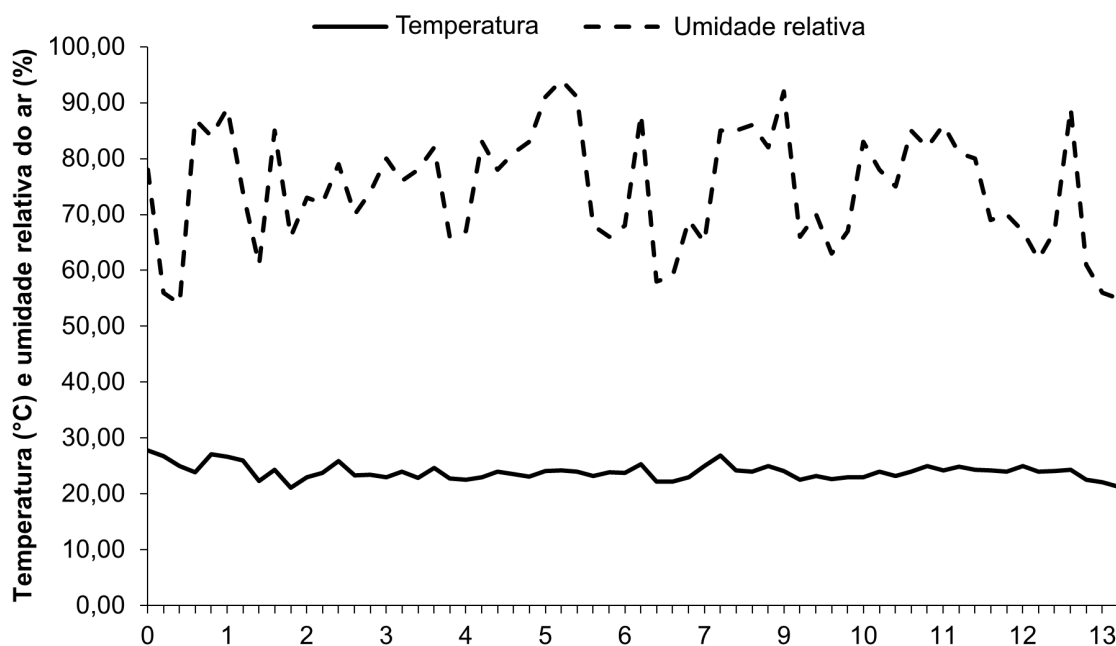


Figura 1. Registros de temperatura e umidade relativa do ar durante o armazenamento de plátanos da cultivar D'Angola, por 12 dias.

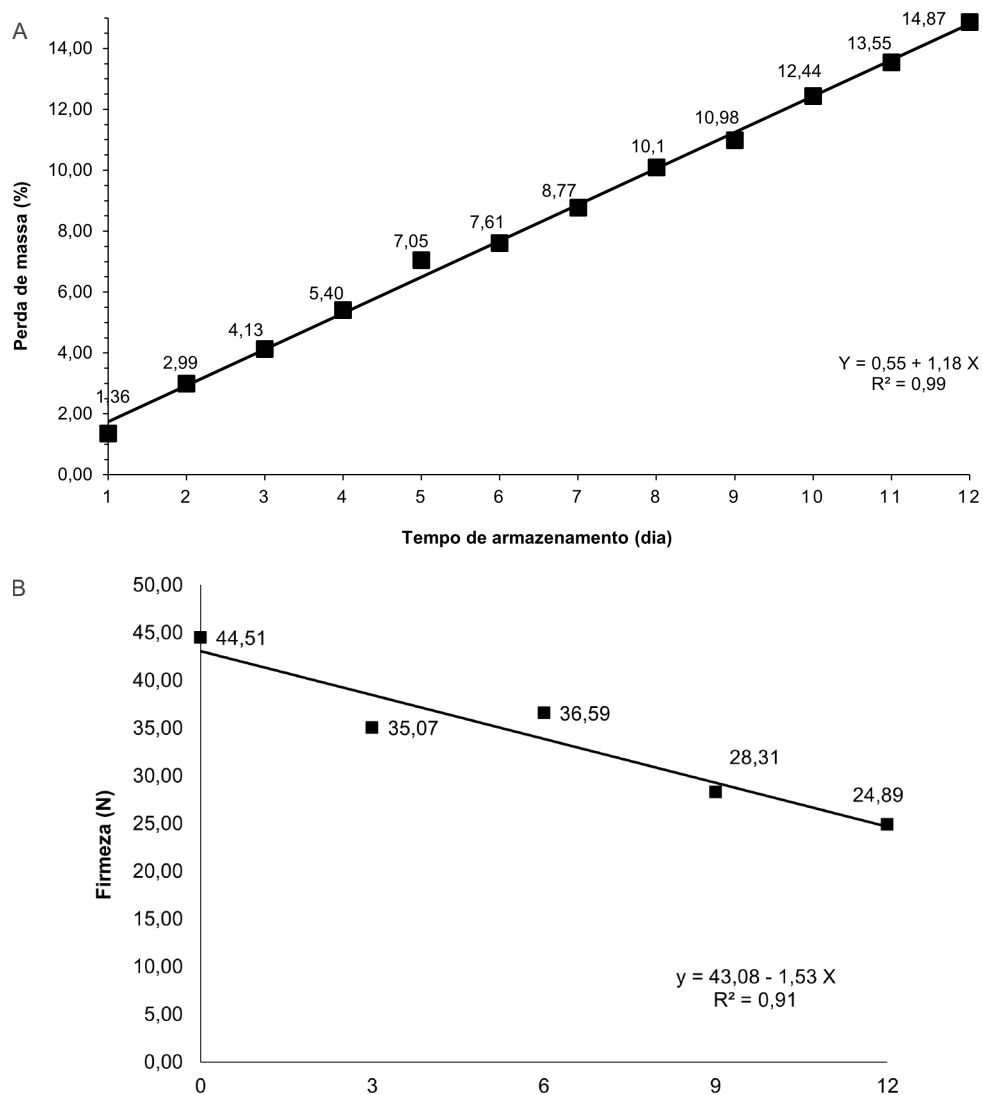


Figura 2. Perda de massa fresca acumulada (A) e firmeza da polpa (B) de plátanos da cultivar D'Angola ao longo do armazenamento por 12 dias, em temperatura média de 23,9 °C e umidade relativa média de 74,80%.

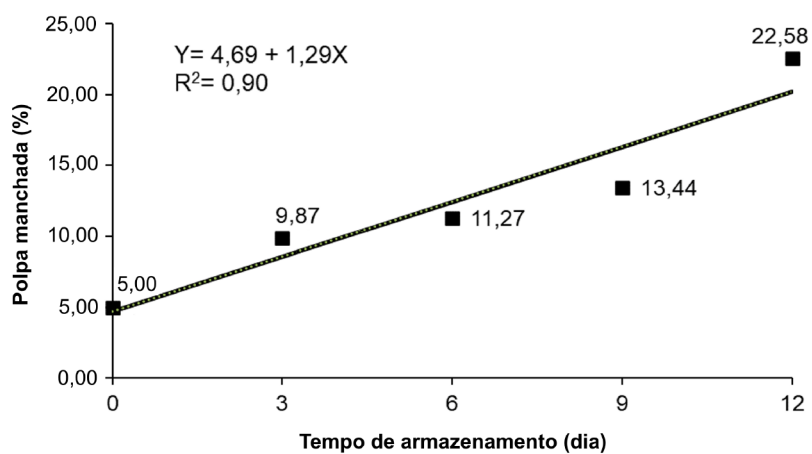


Figura 3. Degradação do amido por meio da visualização de polpa manchada pelo método de imersão em iodo em plátanos da cultivar D'Angola ao longo do armazenamento por 12 dias, em temperatura média de 23,9 °C e umidade relativa média de 74,80%.

Ao longo do armazenamento, houve um aumento de áreas mais claras na polpa, fato que, de acordo com Loureiro et al. (2019), está relacionado com uma maior degradação do amido e, conseqüentemente, menor quantidade de carboidratos/polissacarídeos na polpa e maior grau de maturação dos frutos. Acredita-se que o maior teor de amido dos plátanos maduros (Reinhardt, 2016) justifique um baixo valor médio de degradação de amido ao final do armazenamento, o que, conforme relata Aquino et al. (2017), também justifica uma maior firmeza de polpa dos frutos nesse período, mesmo quando maduros. Thakur et al. (2019), utilizando a mesma metodologia em bananas do grupo Cavendish (AAA), em frutos não tratados e armazenados por 10 dias a 20,0 °C, registraram um valor médio maior que 65,00% para a coloração da polpa na presença do iodo, indicando menor conteúdo estimado de amido na polpa.

Quanto mais madura a polpa, maior o teor de açúcar (Mohapatra, 2010). Isso pode ser demonstrado pelos valores de sólidos totais e acidez titulável, que também não sofreram interferência do tratamento aplicado, mas aumentaram com o tempo de armazenamento dos frutos (Figura 4). Hansen et al. (2010) e Andrade (2015), analisando frutos da cultivar Terra Maranhão colhidos em diferentes estádios de maturação, também observaram aumento nessas variáveis ao longo do período de armazenamento em temperatura ambiente. Chitarra e Chitarra (2005) ressaltam que, durante a maturação, ocorre um decréscimo acentuado no teor de ácidos orgânicos na maioria dos frutos, uma vez que estão sendo utilizados como substratos no processo respiratório. No entanto, esses autores complementam que, em bananas, há um aumento significativo na concentração de ácido málico, fazendo com que não ocorra esse declínio.

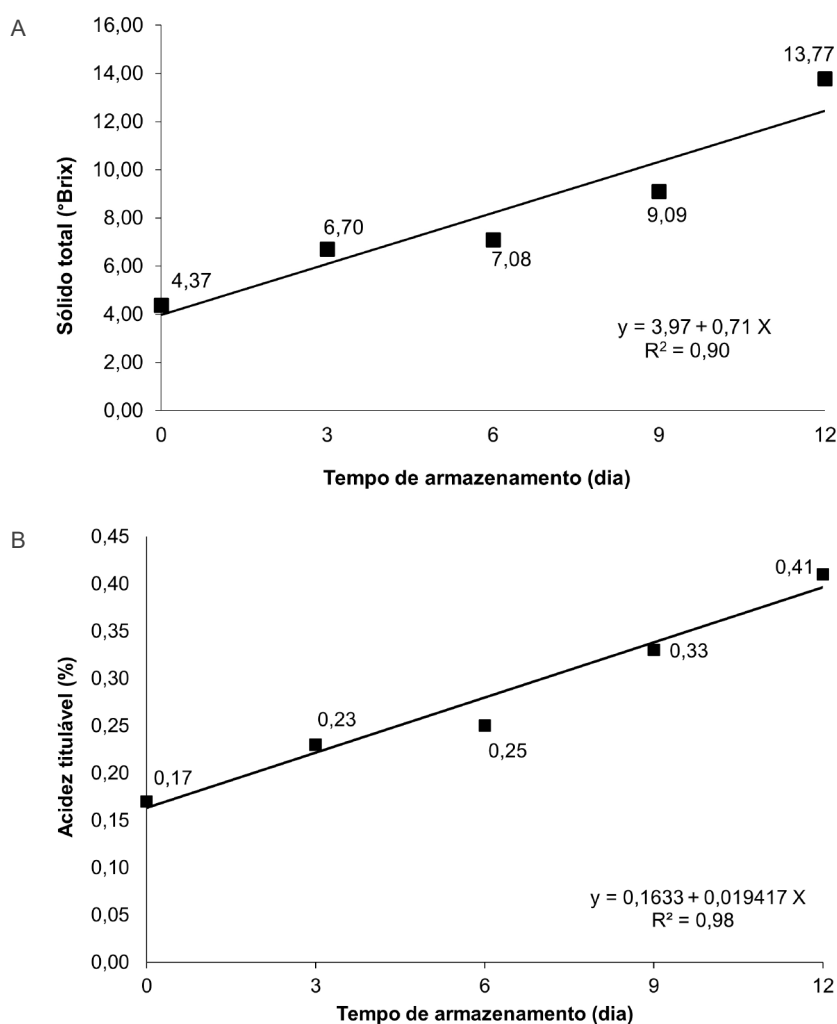


Figura 4. Sólidos totais (A) e acidez titulável (B) da polpa de plátanos da cultivar D'Angola ao longo do armazenamento por 12 dias, em temperatura média de 23,9 °C e umidade relativa média de 74,80%.

Os resultados encontrados de sólidos totais e acidez titulável foram inferiores aos de Almeida et al. (2019) para a mesma cultivar e época de colheita, que obtiveram um valor médio de 17,48 °Brix e 0,54% de acidez, mas analisando frutos com grau de maturação 5 e colhidos com máximo crescimento.

Não houve influência dos tratamentos aplicados sobre as características de cor da casca dos frutos, demonstrando, ao longo do armazenamento, comportamento linear e crescente das coordenadas de cor b^* e a^* (Figuras 5B e 5D), da cromaticidade (Figura 5C) e do índice de cor (Figura 5F), além de redução do ângulo de tonalidade (°Hue) (Figura 5E).

Os resultados indicam uma mudança de cor na casca apenas em função do amadurecimento dos frutos, saindo da coloração verde (coordenada a^* mais negativa) para amarela (valores maiores da coordenada b^* e cromaticidade), evidenciada também pela redução no ângulo de tonalidade (°Hue), com maior aproximação de 90°. Essas variações durante o amadurecimento dos frutos ocorrem em decorrência da quebra de pigmentos de clorofila no tecido da casca (Soltani et al., 2011). Esses autores encontraram comportamento semelhante nas variáveis que expressam a cor da casca de plátanos, indicando correlação elevada entre cromaticidade e coordenada de cor b^* , já que os valores da coordenada a^* são baixos, além da correlação entre o índice de cor e a coordenada a^* . Almeida et al. (2019) encontraram padrões semelhantes para a cultivar D'Angola, com valores médios de 65,83, 50,27 e 85,27, para luminosidade, cromaticidade (C^*) e ângulo de tonalidade (°Hue), respectivamente.

A luminosidade (Figura 5A) e a escala de cor visual da casca dos frutos (Figura 6) apresentaram ajustes quadráticos de regressão. A luminosidade, que representa o brilho dos frutos, aumentou até 11 dias de armazenamento, com posterior decréscimo, alcançando um ponto máximo de 62,90 e, logo após, reduziu até o valor médio de 62,40. O mesmo comportamento foi identificado por Soltani et al. (2011) durante o amadurecimento de plátanos, justificando a redução dos parâmetros de cor como resultado do aparecimento de manchas marrons na casca.

Houve interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento para as variáveis relacionadas à avaliação de doenças (Tabela 1). Após 3 dias de armazenamento, todos os frutos estavam com sintomas de podridões, exceto os tratados com

fungicida, que apresentavam menor contaminação. Negreiros (2010) observou uma menor incidência de antracnose ao final do armazenamento à temperatura ambiente, para bananas 'Nanicão' tratadas com tiabendazol, se comparadas com tratamentos com outros produtos alternativos. Para a banana Prata, Negreiros (2010) observou eficiência intermediária desse fungicida no controle da antracnose, com período de incubação de 12 dias de armazenamento.

A antracnose pode infectar de forma latente, pela invasão do patógeno em ferimentos ocorridos durante e após a colheita (Cordeiro; Mesquita, 2001), ressaltando a importância de cuidados adequados no manuseio dos frutos, mesmo com a aplicação de tratamentos. No atual trabalho, o período de incubação foi de apenas 3 dias, indicando necessidade de melhorias no manejo pós-colheita dos frutos.

A severidade da antracnose foi diferente entre os tratamentos (Tabela 1). Apesar de ter havido aumento nessa variável com o tempo de armazenamento para todos os tratamentos, após 9 dias da colheita o tratamento antifúngico proporcionou menor valor médio de área do fruto lesionada em relação aos demais tratamentos, que foram estatisticamente semelhantes à testemunha. Aos 12 dias, a média da severidade de antracnose foi menor nos frutos tratados com fungicida do que em todos os demais tratamentos. O efeito da lavagem dos frutos com detergente na redução da contaminação foi observado apenas aos 12 dias, quando comparado com a testemunha. Entretanto, no efeito adicional, foi visto quando os frutos foram tratados com fungicida. Silva et al. (2016), em bananas Prata-Anã, também encontraram uma menor intensidade de antracnose quando os frutos foram tratados com aplicação do fungicida imazalil, após a lavagem com detergente neutro e hipoclorito de sódio a 2,00%. Esses autores citam que apenas a lavagem dos frutos com detergente neutro pode favorecer o aparecimento de antracnose pela degradação da cutícula, deixando-os propícios à infecção. Fernandes e Bonaldo (2011) afirmaram que apenas o hipoclorito de sódio a 1,00% não tem efeito para o controle de *Colletotrichum musae*, ao contrário do fungicida à base de trifloxistrobina + tebuconazol, que foi eficiente para redução da antracnose em banana 'Nanica'.

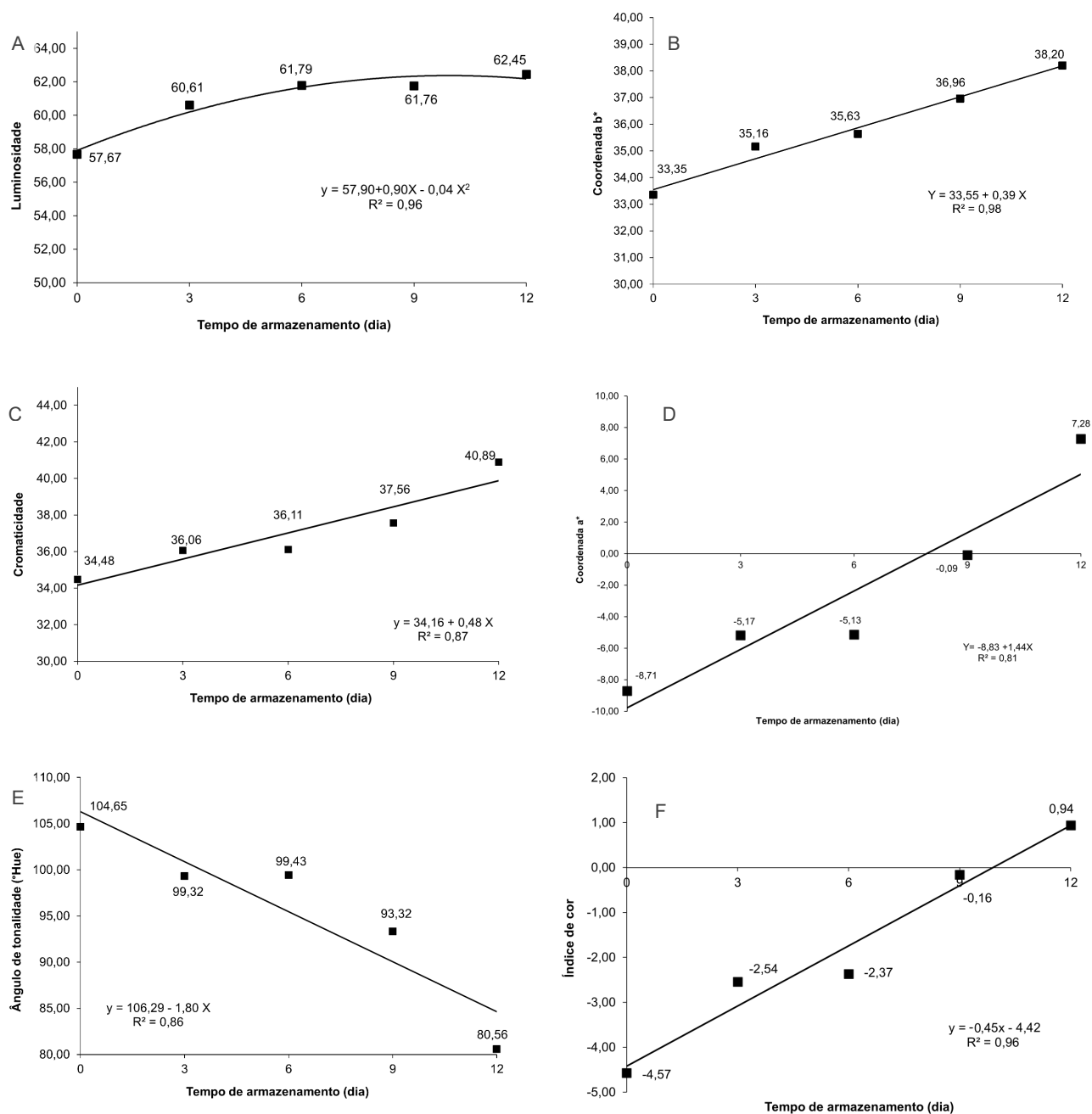


Figura 5. Características de cor da casca de plátanos da cultivar D'Angola ao longo do armazenamento por 12 dias, em temperatura média de 23,9 °C e umidade relativa média de 74,80%: luminosidade (A); coordenada b* (B); cromaticidade (C); coordenada a* (D); ângulo de tonalidade ou ângulo °Hue (E); índice de cor (F).

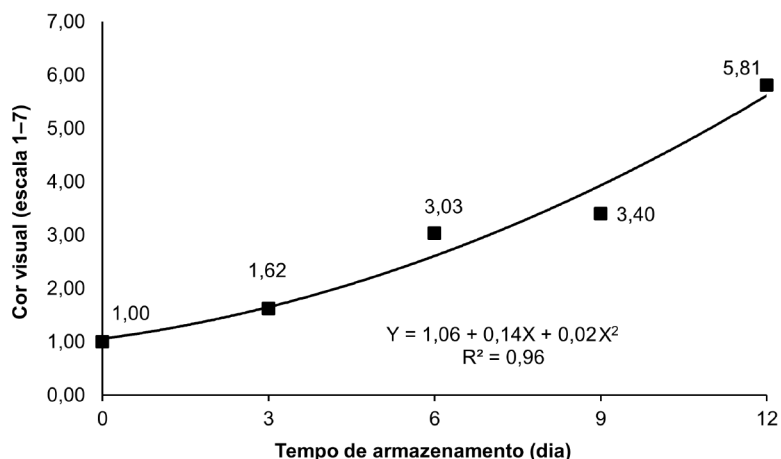


Figura 6. Escala de cor da casca de plátanos da cultivar D'Angola ao longo do armazenamento por 12 dias, em temperatura média de 23,9 °C e umidade relativa média de 74,80%.

Tabela 1. Incidência de podridões e severidade da antracnose em plátanos da cultivar D'Angola armazenados por 12 dias, em temperatura média de 23,9 °C e umidade relativa média de 74,80%, após diferentes tratamentos de plátanos.

T ⁽¹⁾	Incidência de podridões (% de frutos com sintomas)					Severidade da antracnose (% de área do fruto lesionada)				
	Tempo de armazenamento (dia)					Tempo de armazenamento (dia)				
	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
1	0,0 aB	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	0,0 aE	0,54 aD	2,50 aC	5,25 aB	11,83 aA
2	0,0 aB	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	0,0 aE	0,50 aD	2,75 aC	4,17 aB	9,25 bA
3	0,0 aB	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	0,0 aE	0,79 aD	2,83 aC	4,50 aB	9,50 bA
4	0,0 aB	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	0,0 aE	0,50 aD	2,33 aC	4,29 aB	8,67 bA
5	0,0 aC	77,1 bB	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	0,0 aE	0,46 aD	1,92 aC	3,02 bB	4,68 cA
Média			79,1					3,21		
CV _A (%) ⁽²⁾			3,99					9,39		
CV _B (%) ⁽²⁾			3,99					6,2		

⁽¹⁾ Tratamentos (T): testemunha (1), detergente neutro (2), detergente neutro + sulfato de alumínio (3), detergente neutro + sulfato de alumínio + hipoclorito de sódio (4) e detergente neutro + sulfato de alumínio + hipoclorito de sódio + tratamento antifúngico (5).

⁽²⁾ Coeficiente de variação do fator A (CV_A) e do fator B (CV_B).

Letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferiram entre si ao nível de 5,00% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Conclusão

- 1) Após a colheita, os plátanos da cultivar D'Angola devem ser lavados, higienizados com hipoclorito de sódio e tratados com fungicida tiabendazol, a fim de reduzir a contaminação por antracnose e manter a qualidade dos frutos por mais tempo.

Referências

ALMEIDA, U. O.; ANDRADE NETO, R. C.; COSTA, D. A.; ARAÚJO, J. M.; LUNZ, A. M. P. Qualidade pós-colheita de banana, cultivar D'Angola, produzida em Rio Branco, Acre. **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, n. 29, p. 1-9, 2019. DOI: 10.18677/EnciBio_2019A114.

ANDRADE, R. O. **Caracterização do amadurecimento e climatização de plátano 'Terra Maranhão'**. 2015.

47 f. Dissertação (Mestrado Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas. Disponível em: <http://ri.ufrb.edu.br/jspui/handle/123456789/922>. Acesso em: 5 set. 2024.

AQUINO, C. F.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; SIQUEIRA, D. L.; RIBEIRO, S. M. R. Physical, chemical and morphological characteristics of banana cultivars depending on maturation stages. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 1, p. 87-96, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n110rc>.

BORGES, A. L.; SILVA, A. L.; BATISTA, D. C.; MOREIRA, F. R. B.; FLORI, J. E.; OLIVEIRA, J. E. M.; ARAÚJO, J. L. P.; PINTO, J. M.; CASTRO, J. M. C.; MOURA, M. S. B.; AZOUBEL, P. M.; CUNHA, T. J. F.; SILVA, S. O.; CORDEIRO, Z. J. M. **Sistema de produção da bananeira irrigada**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido. 2009. (Embrapa Semiárido. Sistema de produção, 4). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/662460/1/SistemadeProducaodaBananeiralirrigada.pdf>. Acesso em: 5 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº17, de 31 de maio de 2005. Procedimentos para a caracterização, implantação e manutenção de área livre da sigatoka negra e os procedimentos para implantação e manutenção do sistema de mitigação de risco para a sigatoka negra. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 3 jun. 2005. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/arquivos-prevencao/IN172005sigatokanegra.pdf>. Acesso em: 5 set. 2024.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

COELHO, A. F. S.; DIAS, M. S. C.; RODRIGUES, M. L. M.; LEAL, P. A. M. Controle pós-colheita da antracnose da banana-prata Anã tratada com fungicidas e mantida sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 1004-1008, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000400029>.

CORDEIRO, Z. J. M.; MESQUITA, A. L. M. Doenças e pragas em frutos de banana. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. (ed.). **Banana**: pós-colheita. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 40-47. (Frutas do Brasil, 16).

FERNANDES, S. O.; BONALDO, S. M. Controle de antracnose (*Colletotrichum musae*) e conservação em pós-colheita de banana 'nanica' no norte de Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 237-

247, 2011. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/controlde%20antracnose.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2024.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

HANSEN, O. A. S.; FONSECA, A. A. O.; VIEIRA, E. L.; CARDOSO, R. M. C. B.; BITTENCOURT, N. S. Caracterização física e química de banana tipo Terra da variedade Maranhão em três estádios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Frutas**: saúde, inovação e responsabilidade: anais [...]. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/873509>. Acesso em: 12 ago. 2024.

IBGE. **Produção agrícola municipal - PAM 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 12 ago. 2024.

JIMÉNEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA, J.; MARTÍNEZ-JÁVEGA, J. M. Determination of a color index for citrus fruit degreening. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 2, p. 750-753, 1983.

LOUREIRO, A. C.; SÁ, S. K. G.; NOGUEIRA, D. M.; COMAPA, S. S.; SANTOS, B. M.; PEREIRA, M. M.; SOUZA, A. Q. L.; NASCIMENTO, B. R. V. Estudo em alimentos cotidianos: pesquisa de polissacarídeos através da reação com iodo. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 24243-24253, 2019. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n11-111>.

MARCOLAN, A. L.; FERNANDES, C. F.; RAMOS, J. E. L.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; OLIVEIRA, S. J. M.; HOLANDA FILHO, Z. F. **Sistema de produção para a cultura da banana no estado de Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2007. 40 p. (Embrapa Rondônia. Sistema de produção, 29). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/698838>. Acesso em: 19 ago. 2024.

MOHAPATRA, D.; MISHRA, S.; SUTAR, N. Banana and its by-product utilization: an overview. **Journal of Scientific & Industrial Research**, v. 69, p. 323-329, 2010. Disponível em: <http://admin.indiaenvironmentportal.org.in/files/Banana%20and%20its%20by%20product%20utilisation.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2024.

MORAIS, P. L. D.; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N.; ALVES, R. E. Ponto de colheita ideal de mangas 'Tommy Atkins' destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 671-675, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000300025>.

MORAES, W. S.; ZAMBOLIM, L.; LIMA, J. D. Incidência de fungos em pós-colheita de banana 'Prata anã' (*Musa* AAB). **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 1, p. 67-70, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052006000100010>.

NASCIMENTO, G. C.; BAYMA, M. M. A. **Custos de produção e indicadores econômicos para os sistemas de produção de banana-comprida, cultivar D'Angola, com e sem uso do controle químico para sigatoka-negra, em Acrelândia, Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022. 21 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 205). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1149561/1/27398.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2024.

NEGREIROS, R. J. Z. D. **Controle da antracnose na pós-colheita de bananas "nanicão" e "prata" com produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais**. 2010. 55 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Disponível em: <http://locus.ufv.br/handle/123456789/4523>. Acesso em: 5 set. 2024.

OLIVEIRA, E. S.; VIANA, F. M. P.; MARTINS, M. V. V. Alternativas a fungicidas sintéticos no controle da antracnose da banana. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 4, p. 340-350, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2000>.

OZTURK, I.; ERCISLI, S.; KARA, M. Chosen physical properties of olive cultivars (*Olea europaea* L.). **International Agrophysics**, v. 23, n. 3, p. 309-312, 2009.

PEREIRA, I. C. M.; SILVA, L. J.; SILVA, L. J.; SILVA, J. P. M.; SOARES, C. F.; TEIXEIRA, J. A. L.; AGUIAR, J. V. M.; FONSECA, S. N. A.; RODRIGUES, L. C. O.; PINHEIRO, J. M. S. Conservation and postharvest quality of prata-anã banana cultivated in organic and conventional management system. In: CARVALHO, I. de S. **Biological and agricultural sciences: theory and practice**. São José dos Pinhais: Seven Editora, 2024. p. 103-127. DOI: <https://doi.org/10.56238/sevened2024.008-010>.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA E PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. **Normas de classificação de banana**. São

Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29). Disponível em: <https://ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/banana.pdf>. Acesso em: 5 set. 2024.

REINHARDT, D. H. **Cultivo de plátanos: bananeiras tipo Terra**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de produção, 42). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1029294/1/CULTIVO-DE-PLATANOS-BANANEIRAS-TIPO-TERRA.pdf>. Acesso em: 5 set. 2024.

SHIGA, T. M.; SOARES, C. A.; NASCIMENTO, J. R. O.; PURGATTO, E.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Ripening-associated changes in the amounts of starch and non-starch polysaccharides and their contributions to fruit softening in three banana cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 8, p. 1511-1516, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4342>.

SILVA, L. M.; BARBOSA, M. G.; FERNANDES, M. B.; RIBEIRO, R. C. F.; MIZOBUTSI, E. H. Progresso temporal e controle da antracnose em banana no semiárido norte mineiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, p. 81-91, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-299/14>.

SOARES, A. G.; FREIRE-JUNIOR, M.; ÁLVARES, V. S.; NASCIMENTO, G. C.; LESSA, L. S.; MELO, J. V.; FREITAS-SILVA, O.; SELHORST, P. O. Diagnóstico dos sistemas de cultivo de banana D'Angola, em assentamentos de reforma agrária, em Acrelândia-AC, com foco nas etapas de colheita e pós-colheita. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 3, e3721, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv22n3-098>.

SOLTANI, M.; ALIMARDANI, R.; OMID, M.; KARAJ, I. Changes in physico-mechanical properties of banana fruit during ripening treatment. **Journal of American Science**, v. 7, n. 5, p. 14-19, 2011.

THAKUR, R.; PRISTIJONO, P.; BOWYER, M.; SINGH, S. P.; SCARLETT, C. J.; STATHOPOULOS, C. E.; VUONG, Q. V. A starch edible surface coating delays banana fruit ripening. **Food Science and Technology**, v. 100, p. 341-347, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.055>.

Eficácia do oleorresina de copaíba no controle in vitro de *Colletotrichum musae*

Cathariny Rocha Santos⁽¹⁾, Virgínia de Souza Álvares⁽²⁾, Sabrina Lima da Silva⁽¹⁾, Paulo Eduardo França de Macedo⁽³⁾ e Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos⁽²⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisadores, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Analista, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Resumo – A antracnose é uma das doenças que se manifesta na etapa pós-colheita de plátanos. Na busca por alternativas sustentáveis e de baixo custo que possam substituir os defensivos agrícolas, o óleo de *Copaifera* sp. se destaca por seu potencial efeito fungistático. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia do oleorresina de copaíba na inibição do crescimento in vitro de *Colletotrichum musae* (Berk & Curt.) von Arx. Os isolados foram obtidos de frutos coletados em diferentes locais. Para os testes de inibição do crescimento micelial, foram avaliadas sete concentrações do oleorresina (0,00; 0,005; 0,01; 0,02; 0,03; 0,05 e 0,10%) em meio de cultura BDA + Tween 20,00 a 1,00% (V/V). Os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 7 (isolado x dose). Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de média de Scott-Knott a 5,00% de probabilidade. O crescimento micelial foi determinado por medição do diâmetro das colônias em dois sentidos perpendiculares. Os isolados diferiram entre si quanto à sensibilidade aos tratamentos, com redução a partir da menor dose utilizada. A inibição variou de 35,40 a 62,00%, dependendo da dose de oleorresina utilizada e do isolado fúngico. A dose de 0,10% de oleorresina proporcionou maior inibição do crescimento fúngico para todos os isolados. O oleorresina de copaíba é uma alternativa potencial para o controle de *C. musae* em plátanos da cultivar D'Angola.

Termos para indexação: *Copaifera* sp., Amazônia, Musaceae, bioeconomia, Acre.

Efficacy of copaiba oleoresin in the in vitro control of *Colletotrichum musae*

Abstract – Anthracnose is one of the diseases that manifests in the post-harvest stage of plantains. In the search for sustainable, low-cost alternatives that can replace pesticides, oil *Copaifera* sp. stands out for its potential fungistatic effect. The aim of this study was to evaluate the efficacy of copaiba oleoresin in inhibiting the in vitro growth of *Colletotrichum musae* (Berk & Curt.) von Arx. The isolates were obtained from fruit collected in different locations. For the mycelial growth inhibition tests, seven concentrations of oleoresin were evaluated (0.00; 0.005; 0.01; 0.02; 0.03; 0.05 and 0.10%) in BDA + 1.00% Tween 20.00% (V/V) culture medium. The trials were conducted in a completely randomized design, with four replicates, in a 3 x 7 factorial scheme (isolate x dose). The data was submitted to analysis of variance and Scott Knott's mean test at 5.00% probability. Mycelial growth was determined by measuring the diameter of the colonies in two perpendicular directions. The isolates differed in their sensitivity to the treatments, with a reduction from the lowest dose used. Inhibition ranged from 35.40% to 62.00%, depending on the dose of oleoresin used and the fungal isolate. The 0.10% dose of oleoresin provided the greatest inhibition of fungal growth for all isolates. Copaiba oleoresin is a potential alternative for controlling *C. musae* on D'Angola cultivar.

Index terms: *Copaifera* sp., Amazônia, Musaceae, bioeconomy, Acre.

Introdução

O oleorresina de copaíba é um exsudato vegetal obtido por meio de pequenos cortes na casca do caule de diversas espécies do gênero *Copaifera* spp. (Lima et al., 2021). Esse gênero é composto por 28 espécies (16 encontradas no Brasil e 9 somente na Amazônia brasileira), destacando-se dentre os produtos florestais não madeireiros, por possuir importância socioeconômica devido a seus diversos usos (Gurgel et al., 2019).

Dependendo de sua apresentação, na forma de óleos essenciais, resinas oleosas ou extratos, a copaíba demonstra diferentes atividades biológicas. Dentre elas, destacam-se propriedades antibacteriana, antiparasitária, hemolítica e citotóxica, além de ser relatada como anti-inflamatória, com efeitos neuroprotetores, como inibidora da tirosinase, da lipoxigenase e da produção de óxido nítrico, dentre outros (Gurgel et al., 2019). Sua ação antifúngica também é relatada em alguns trabalhos, como na inibição do crescimento de fungos do gênero *Colletotrichum* sp. (Araújo Neto et al., 2014; Menezes Filho; Castro, 2020; Souza et al., 2023).

A espécie fúngica *Colletotrichum musae* (Berk & Curt.) von Arx é causadora da antracnose em bananas. Essa doença é identificada pela formação de lesões escuras e deprimidas nos frutos e, quando em condições de elevada umidade no ambiente, evolui para a formação de frutificações de coloração rosácea sob as áreas lesionadas. Além disso, um manejo inadequado na etapa pós-colheita promove o processo de infecção e colonização desse fungo, visto que ferimentos na casca dos frutos causados por danos mecânicos podem facilitar a entrada de fitopatógenos (Santos et al., 2015).

Alguns óleos vegetais têm sido relatados como eficazes no controle in vitro desse patógeno, como os óleos essenciais de *Piper aduncum* L. – Piperaceae (Bastos; Albuquerque, 2004); de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf – Poaceae; *Cymbopogon nardus* L. Rendle – Poaceae; e *Eucalyptus citriodora* Hook – Myrtaceae (Alves et al., 2002); de *Mentha arvensis* L. – Lamiaceae (Santos, 2017); *Cymbopogon martinii* (Robx.) W. Wastson – Poaceae; *Melaleuca alternifolia* Cheel – Myrtaceae; *Eugenia caryophyllata* Thunb – Myrtaceae (Barbosa et al., 2015); *Syzygium aromaticum* (L.) Merrill e Perry – Myrtaceae; e óleo de *Rosmarinus officinalis* L. – Lamiaceae (Araújo et al., 2018), dentre outros.

Embora seja citado o efeito do óleo-de-copaíba no controle de *C. musae*, sua apresentação é na forma de óleo essencial (Cruz et al., 2013; Nóbrega,

2018) e não oleorresina. Geralmente, os óleos essenciais são matérias-primas nobres e de menor disponibilidade para os agricultores amazônicos, sendo o uso de oleorresina de copaíba uma iniciativa de redução de custos para a agricultura familiar, agregado ao controle alternativo e orgânico dessa doença, com utilização da biodiversidade local.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia do oleorresina de copaíba na redução do crescimento micelial de *C. musae* em condições de laboratório.

Material e métodos

Plátanos da cultivar D'Angola (AAB) foram adquiridos em um supermercado localizado na cidade de Rio Branco, Acre, e colhidos em duas propriedades rurais no município de Acrelândia. Nas propriedades, o ponto de colheita considerado foi o estágio de maturação 2 (frutos verdes com traços amarelos), de acordo com escala de Von Loesecke (Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura; Produção Integrada de Frutas, 2006).

Os frutos foram transportados para o Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Acre e higienizados em água corrente e sabão neutro. Para obtenção dos isolados, utilizou-se a metodologia de isolamento direto conforme Alfenas et al. (2007). Os frutos foram incubados em câmara úmida a 25 °C por 4 dias, em sacos de polipropileno. Posteriormente, fragmentos da massa de conídios presentes nos frutos foram transferidos para placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio de cultivo batata-dextrose-água (BDA) com cloranfenicol (50,0 mcg mL⁻¹). Essas placas foram vedadas com parafilme e incubadas em BOD à temperatura de 25 °C. Após 6 dias, discos do meio de cultura com estruturas do patógeno foram transferidos para o centro de novas placas, contendo meio BDA + antibiótico, incubadas nas mesmas condições descritas acima. Esses discos também foram transferidos para tubos de ensaio inclinados e frascos de penicilina com 10,0 mL de capacidade, para conservação conforme recomendado por Castellani (1939). Os frascos foram armazenados em refrigeração a 5 °C para preservação do inóculo.

Os isolados foram enviados ao Laboratório Federal de Defesa Agropecuária em Goiás (LFDA-GO) para caracterização molecular pela amplificação da sequência do gene ITS, sendo denominados: isolado 304, 305 e 306, respectivamente, para frutos coletados no supermercado e em propriedades localizadas nas coordenadas geográficas: latitude -10°0'42,9804"N/longitude

-66°55'49,6452"O e latitude -10°0'47,3436"N/longitude -66°55'44,2726"O.

A extração do DNA foi realizada com o DNeasy Mericon Food Kit (Qiagen) e as amostras de DNA genômico foram submetidas à reação de PCR em termociclador Veriti 96-well (Life Technologies do Brasil), com os *primers* ITS4 e ITS5 a 0,2 µm. A purificação foi realizada com o kit ExoSAP (USB Corporation) e o sequenciamento com o ABI Prism 3500 DNA Analyzer (Life Technologies do Brasil) e auxílio do programa computacional Sequencing Analysis Software 6 (Applied Biosystems).

Para avaliação da eficácia do oleorresina de copaíba (*Copaifera* sp.), o insumo foi adquirido de uma indústria de referência na comercialização de óleos da Amazônia. O material foi autoclavado a 121 °C por 40 minutos até atingir o princípio da obtenção de esterilização completa de fungos e bactérias presentes na matéria-prima.

Diferentes doses do óleo (0,00; 0,005; 0,01; 0,02; 0,03; 0,05 e 0,10%) foram adicionadas ao meio de cultura BDA ainda fundente, com o surfactante polissorbato 20 (Tween 20) a 1,00% na função de tensoativo hidrofílico e cloranfenicol (100,0 mcg mL⁻¹), ou seja, a partir de uma solução estoque, foram preparados os tratamentos ou concentrações acima descritas, incluindo uma testemunha sem adição de oleorresina. O conteúdo foi vertido em placas de Petri de 9,0 cm de diâmetro e ao centro depositou-se um disco de micélio de 0,5 cm. O material foi incubado em BOD a 25 °C. Após 6 dias, foram realizadas medições do diâmetro das colônias com base na fórmula descrita por Menten et al. (1976), em dois sentidos perpendiculares, com auxílio de uma régua graduada, com a

finalidade de determinar o crescimento micelial dos fungos em relação à testemunha, de acordo com a Equação 1 abaixo:

$$PCI (\%) = (DC - DT)/DC \times 100 \quad (1)$$

em que

PCI = porcentagem da inibição do crescimento micelial (%).

DC = diâmetro médio do tratamento testemunha (sem óleo) (cm).

DT = diâmetro médio de cada tratamento (cm).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 7 (isolados fúngicos x concentrações de oleorresina), com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de média de Scott-Knott a 5,00% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico Sisvar, versão 5.8 (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

O agente causal da antracnose nas amostras analisadas foi identificado como da espécie *C. musae*, com índice de similaridade de 100,00% em comparação com as sequências validadas depositadas no National Center for Biotechnology Information.

Houve interação significativa entre o isolado fúngico e a dose de oleorresina de copaíba utilizada para inibição do crescimento micelial do fungo (Tabela 1).

Tabela 1. Inibição do crescimento micelial⁽¹⁾ in vitro do fungo *Colletotrichum musae* sob ação de diferentes doses de oleorresina de copaíba autoclavada.

Isolado	Dose (%)						
	0,00	0,005	0,01	0,02	0,03	0,05	0,10
304	0,0 aE	41,6 aD	43,0 bD	52,5 aC	55,4 aB	60,9 aA	62,0 aA
305	0,0 aF	41,7 aE	44,6 aD	52,7 aC	54,3 aC	56,2 bB	61,9 aA
306	0,0 aF	35,4 bE	37,0 aE	42,5 bD	51,1 bC	53,8 cB	57,3 bA
Média				43,05			
CV (%) ⁽²⁾				3,67			

⁽¹⁾ Crescimento micelial avaliado em centímetros. ⁽²⁾ Coeficiente de variação (CV).

Letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferiram entre si ao nível de 5,00% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Os isolados diferiram entre si quanto à sensibilidade aos tratamentos, com redução do crescimento micelial do fungo a partir da menor dose utilizada, 0,005%, em relação à testemunha (Tabela 1). Santos et al. (2015) afirmaram que na espécie *C. musae* existe uma variabilidade na virulência entre isolados, justificada pela diversidade genética desses em relação à área amostrada.

Observa-se que a eficiência do oleorresina de copaíba na redução do crescimento micelial de *C. musae* aumentou em decorrência da elevação da dose (Figura 1), com valores médios de inibição que variaram de 35,42 a 62,02%, dependendo da

dose de oleorresina utilizada e do isolado fúngico (Tabela 1). A dose de 0,10% proporcionou maior inibição do crescimento fúngico para todos os isolados, embora para o isolado 304 esse tratamento não tenha diferido estatisticamente da dose de 0,05% (Tabela 1).

Em estudo in vitro, Lima et al. (2019) verificaram 65,50% de inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum* sp. quando tratado com uma dose de 150,0 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de óleo de *Copaifera* sp. (correspondente a 0,075% de oleorresina), sem citar o tipo de óleo e a variedade de banana utilizada.

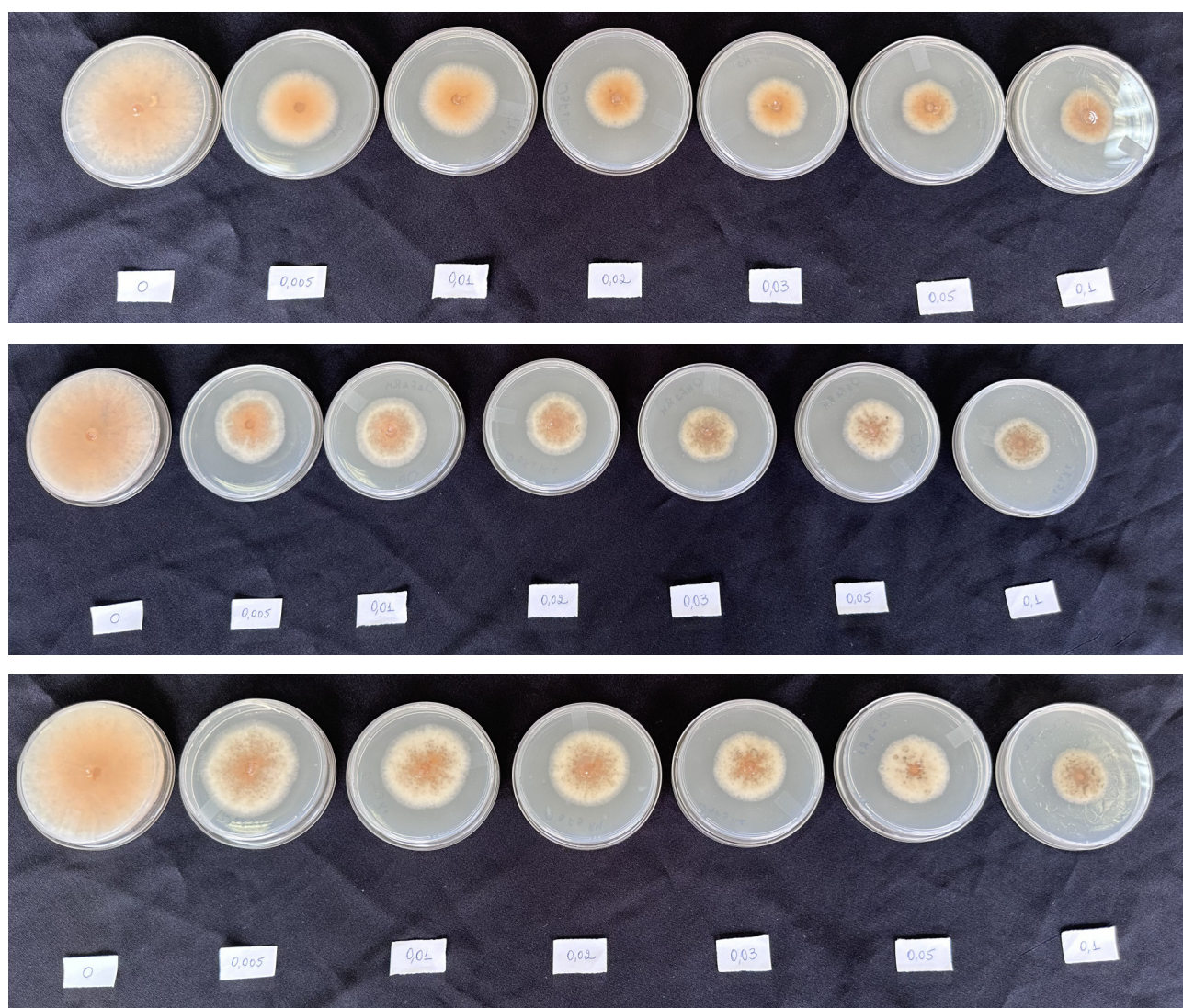


Figura 1. Crescimento micelial do fungo *Colletotrichum musae* sob ação de diferentes doses de oleorresina de copaíba autoclavada, em isolados de diferentes localidades.

Já em estudos *in vivo*, existem indicações da eficiência a partir de doses mais elevadas. Cruz et al. (2013) encontraram uma boa eficiência do óleo essencial de *Copaifera langsdorfii* Desf. a 5,00% para o controle de antracnose em banana 'Nanica', obtendo uma inibição de 83,26% em relação à testemunha. Araújo et al. (2018) encontraram eficiência intermediária do óleo-de-copaíba no controle de *C. musae* em uma concentração de 4,00%, quando comparado a outros óleos, sem informar se foi utilizado o oleorresina ou o óleo essencial de copaíba.

Os efeitos fungistáticos diferenciados entre o oleorresina e o óleo essencial de copaíba estão baseados na presença, de forma significativa, de determinados componentes químicos, a depender da espécie, bem como de suas concentrações (Deus et al., 2011). Os componentes descritos como de maior eficácia são listados como sesquiterpenos e diterpenos. Destacam-se entre esses o β -cariofileno e o β -bisaboleno (Pieri et al., 2009), sendo o primeiro citado como responsável pelo efeito inibitório no crescimento de fungos (Tobouti et al., 2017). Também são relatados os α -humuleno, α -copaeno, α -bergamoteno e δ -cadineno. Com relação aos diterpenos presentes, destacam-se os ácidos copálico, caurenico, kolavenico, clorechínico (Tobouti et al., 2017), além dos ácidos alepterólico e poliáltico (Trindade et al., 2018). Dessa forma, deve-se considerar que, como existem diferenças na composição química entre óleo essencial e oleorresina de copaíba, a eficiência dos tratamentos também pode ser afetada (Deus et al., 2009).

Esses componentes químicos dos óleos vegetais controlam o fungo fitopatogênico, por meio de alterações morfológicas, ou seja, aumentam a fluidez das membranas, alteram as proteínas ou sua atividade enzimática e destroem organelas de suas células (Knechtle et al., 2014; Shokri, 2016).

Conclusão

- 1) O oleorresina de copaíba é uma alternativa para o controle de *Colletotrichum musae* em plântanos da cultivar D'Angola.

Agradecimentos

Ao Banco da Amazônia (Basa) pelo auxílio financeiro na pesquisa, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de iniciação científica e ao Laboratório Federal de Defesa Agropecuária em Goiás (LFDA-GO) pelas análises moleculares.

Referências

- ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; MAFIA, R. G.; GONÇALVES, R. C. Métodos em fitopatologia. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Isolamento de fungos fitopatogênicos**. Viçosa, MG: UFV, 2007. p. 53-90.
- ALVES, E. S. S.; SANTOS, M. P.; SANTOS, R. B.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, P. M. B. Eficiência de óleos essenciais no controle *in vitro* da germinação de conídios e do crescimento micelial de *Colletotrichum musae*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 75, nov. 2002.
- ARAÚJO NETO, S. E.; FRANCISCO, W. M.; ANDRADE NETO, R. C.; LUSTOSA, C.; RIBEIRO, S. A. L. Controle pós-colheita da antracnose do maracujazeiro-amarelo com aplicação de óleo de copaíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 509-514, jun. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-146/13>.
- ARAÚJO, A. C.; TOLEDO, E. D.; SOARES, R. de O. W. Produtos alternativos no controle de *Colletotrichum* spp. isolados de manga e banana. **Cientific@ - Multidisciplinary Journal**, v. 5, n. 3, p. 104-112, nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.29247/2358-260X.2018v5i3.p104-112>.
- BARBOSA, M. S.; VIEIRA, G. H. C.; TEIXEIRA, A. V. Atividade biológica *in vitro* de própolis e óleos essenciais sobre o fungo *Colletotrichum musae* isolado de bananeira (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 2, p. 254-261, abr./jun. 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/13_063.
- BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 555-557, set./out. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000500016>.
- CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 42, n. 15, p. 225-226, June 1939.
- CRUZ, M. E. S.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CLEMENTE, E.; ITAKO, A. T.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. J. S. Plant extracts for controlling the post-harvest anthracnose of banana fruit. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, p. 727-733, set. 2013. Supl. I. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000500013>.
- DEUS, R. J. A.; CARVALHO, A. S. C.; BANNA, D. A. D. S.; ARRUDA, M. S. P.; ALVES, C. N.; SANTOS, A. S. Efeito fungitóxico *in vitro* do óleo resina e do óleo essencial de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 3, p. 347-353, maio 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000300018>.

DEUS, R. J. A.; ALVES, C. N.; ARRUDA, M. S. P. Avaliação do efeito antifúngico do óleo resina e do óleo essencial de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 1, p. 1-7, abr. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000100001>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

GURGEL, E. S. C.; OLIVEIRA, M. S. de; SOUZA, M. C.; SILVA, S. G. da; MENDONÇA, M. S. de; SOUZA FILHO, A. P. da S. Chemical compositions and herbicidal (phytotoxic) activity of essential oils of three *Copaifera* species (Leguminosae - Caesalpinoideae) from Amazon - Brazil. **Industrial Crops & Products**, v. 142, article 111850, Dec. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111850>.

KNECHTLE, P.; DIEFENBACHER, M.; GREVE, K. B. V.; BRIANZA, F.; FOLLY, C.; HEIDER, H.; LONE, M. A.; LONG, L.; MEYER, J. P.; ROUSSEL, P.; GHANNOUM, M. A.; SCHNEITER, R.; SORENSEN, A. The natural diene-furan fatty acid EV-086 is an inhibitor of fungal delta-9 fatty acid desaturation with efficacy in a model of skin dermatophytosis. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 58, n. 1, p. 455-466, Jan. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1128/aac.01443-13>.

LIMA, A. F. B.; NASCIMENTO, L. O.; NASCIMENTO, G. O.; SOUZA, R. L.; FERREIRA, J. B.; ALVES, W. F.; NASCIMENTO, F. I. P.; ORTEGA, G. P. Use of vegetable oils in the control of *Colletotrichum* sp. in banana fruits. **African Journal of Agricultural Research**, v. 14, n. 6, p. 287-293, Feb. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13728>.

LIMA, C. A. S.; VIOLANTE, I. M. P.; ALVES, W. K. S.; CARVALHO, F. T.; DIAS, N. S.; ANJOS, T. R.; ANDRADE, K. R. N. C.; FRASSON, A. P. Z.; SANTOS, M. D.; CARVALHO, R. C. T. Atualizações sobre as propriedades medicinais do óleo de copaíba (*Copaifera* spp.): uma revisão bibliográfica. **Uniciências**, v. 25, n. 2, p. 100-106, dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2021v25n2p100-106>.

MENTEN, J. O. M.; MINUSSI, C. C.; CASTRO, C.; KIMATI, H. Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. "in vitro". **Fitopatologia Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 57-66, 1976.

MENEZES FILHO, A. C. P.; CASTRO, C. F. S. Avaliação físico-química e atividade antifúngica do óleo essencial de *Myrocarpus fastigiatus* e óleo-resina de *Copaifera multijuga*. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 3, n. 1, p. 117-123, jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5935/10.5935/2595-4407/rac.immes.v3n1p117-123>.

NÓBREGA, L. P. **Potencial fungitóxico dos óleos essenciais de copaíba e eucalipto sobre fitopatógenos**. 2018. 36 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/jspui/handle/riufcg/3534>. Acesso em: 5 set. 2024.

PIERI, F. A.; MUSSI, M. C.; MOREIRA, M. A. S. Óleo de copaíba (*Copaifera* sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 4, p. 465-472, abr. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000400016>.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA E PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29). Disponível em: <https://ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/banana.pdf>. Acesso em: 5 set. 2024.

SANTOS, P. C. M.; LIMA, W. G.; BEZERRA, C. S.; MICHEREFF, S. J.; CÂMARA, M. P. S. Diversidade genotípica e patogênica de *Colletotrichum musae* no estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 37, n. 2, p. 355-366, jun. 2015.

SANTOS, M. D. R. **Alternativas de controle pós-colheita da antracnose em banana (*Musa* spp.)**. 2017. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areias, PB. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/27475>. Acesso em: 5 set. 2024.

SHOKRI, H. A review on the inhibitory potential of *Nigella sativa* against pathogenic and toxigenic fungi. **Avicenna Journal of Phytomedicine**, v. 6, n. 1, p. 2133, Jan./Feb. 2016. DOI: <https://doi.org/10.22038/ajp.2016.6190>.

SOUZA, R. L.; BRITO, R. S.; MESQUITA, F. R.; SOUZA, M. C.; SILVA, M. C.; ARCHANIO, B. S.; ALVES, W. F. Avaliação da atividade fungitóxica do óleo de copaíba (*Copaifera* spp.) da Amazônia Ocidental contra a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.) em mamoeiros (*Carica papaya* L.). **Research, Society and Development**, v. 12, n. 12, e92121243960, Nov. 2023. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i12.43960>.

TOBOUTI, P. L.; MARTINS, T. C. de A.; PEREIRA, T. J.; MUSSI, M. C. M. Antimicrobial activity of copaiba oil: a review and a call for further research. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 94, p. 93-99, Oct. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.07.092>.

TRINDADE, R.; SILVA, J. K.; SETZER, W. N. *Copaifera* of the neotropics: a review of the phytochemistry and pharmacology. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 5, article 1511, May 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms19051511>.

Importância dos monoterpenos oxigenados na ação inseticida das frações do óleo de *Piper aduncum* L.

Alyce Camille da Silva Marques⁽¹⁾, Murilo Fazolin⁽²⁾, Juliana Almeida Silva⁽¹⁾ e André Fábio Medeiros Monteiro⁽³⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Analista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – Piperáceas como *Piper aduncum* L. são abundantes no Acre, sendo o processo de industrialização semelhante ao utilizado para obtenção do óleo rico em safrol a partir de *Piper hispidinervum* C.DC. O óleo essencial de *P. aduncum* (Oepa) possui em sua composição o dilapiol, obtido por destilação e, posteriormente, submetido à retificação fracionada, utilizando coluna de recheio. Na aplicação dessa técnica, obtêm-se três frações principais. Este trabalho teve como objetivo avaliar, por meio de adição de *blends* de compostos, a importância dos monoterpenos oxigenados na ação inseticida das frações do óleo essencial de *P. aduncum*. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre, no período de agosto de 2023 a junho de 2024, utilizando larvas de terceiro instar da espécie *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae). A retirada dos monoterpenos oxigenados da fração terpênica não interferiu na toxicidade em nenhuma das proporções avaliadas. Em relação à fração intermediária, a retirada dos monoterpenos oxigenados no *blend* completo aumentou a toxicidade somente na proporção de 2,0% (V/V). A retirada dos monoterpenos oxigenados da fração propanoica diminuiu significativamente a toxicidade na proporção de 25,0% (V/V).

Termos para indexação: dilapiol, *blend*, terpenoides.

Importance of oxygenated monoterpenes in the insecticidal action of *Piper aduncum* L. oil fractions

Abstract – Species of *Piperaceae*, such as *Piper aduncum* L., are abundant in the state of Acre, Brazil, and the industrialization process resembles that used to obtain safrole-rich oil from *Piper hispidinervum* C.DC. The essential oil of *P. aduncum* (Oepa) comprises dillapiole, extracted by distillation and subsequently, was subject to fractional rectification using a packing column. Three main fractions were obtained using this technique. This study aimed to evaluate the significance of oxygenated monoterpenes in the insecticidal action of *P. aduncum* essential oil fractions through the addition of compound blends. Experiments were carried out in the Entomology Laboratory of Embrapa Acre, from August 2023 to June 2024, using third-instar larvae of *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) in all bioassays. The removal of oxygenated monoterpenes from the terpene fraction did not affect toxicity in any evaluated proportions. In relation of the intermediate fraction, the removal of oxygenated monoterpenes increased toxicity only at a 2.0% (V/V) proportion. However, removing oxygenated monoterpenes from the propanoic fraction significantly reduced toxicity at a 25.0% (V/V) proportion.

Index terms: dillapiole, blend, terpenoids.

Introdução

A aplicação de pesticidas convencionais muitas vezes acarreta degradação ambiental e resistência a pragas (Damalas; Koutroubas, 2018). É provável que a resistência possa se desenvolver mais lentamente para pesticidas à base de óleo essencial devido às misturas complexas de muitos constituintes de diferentes grupos e com distintos modos de ação sobre os insetos (Nollet; Rathore, 2017). Piperáceas como *Piper aduncum* L. são abundantes no Acre, sendo o processo de industrialização semelhante ao utilizado para obtenção do óleo rico em safrol a partir de *Piper hispidinervum* C.DC. (Fazolin et al., 2006).

Durante o processo de ajuste do teor de dilapiol para que o Oepa expresse a máxima ação inseticida, são produzidas diferentes frações utilizando o processo de destilação fracionada. Na aplicação dessa técnica, obtêm-se três frações principais classificadas em: terpênica, intermediária e propanoica (Fazolin et al., 2024).

Caso não seja investigada a utilização de todas as frações do Oepa, algumas delas poderão se tornar resíduos descartáveis.

A ação de monoterpenos oxigenados como carvacrol e timol, por exemplo, está relacionada à interação com Gaba (ácido γ -aminobutírico), principal neurotransmissor inibitório no sistema nervoso central e periférico dos insetos (Tong; Coats, 2010).

Para avaliar a influência desse grupo de compostos sobre o efeito inseticida das frações do Oepa, constitui objetivo deste trabalho a avaliação da atividade inseticida das frações terpênica (F1), intermediária (F2) e propanoica (F3) de Oepa quando enriquecidas inicialmente com *blends* completos com 36 compostos ou posteriormente com *blends* incompletos, em que houve a retirada dos monoterpenos oxigenados.

Material e métodos

O óleo essencial foi obtido em um extrator, utilizando o princípio de arraste de vapor em um sistema de caldeira aquecida a diesel. O óleo essencial de *P. aduncum* obtido por destilação foi submetido à retificação fracionada. Na aplicação dessa técnica para a purificação do Oepa, obtiveram-se três frações, as quais foram submetidas ao enriquecimento com *blends* completos ou incompletos de distintos grupos de compostos para avaliações de interferência biológica quanto à ação inseticida.

As frações foram submetidas à análise por cromatografia gasosa (detector DIC) acoplada ao espectrômetro de massa (CG-EM). Após a caracterização química de cada uma das três frações do Oepa (teores de dilapiol de 26,0, 59,1 e 85,3%, respectivamente), para enriquecê-las, foi elaborado um *blend* completo pela combinação de 36 compostos em quantidades equivalentes (1:1) presentes na composição original de Oepa ou nos óleos essenciais do gênero *Piper*, adquiridos na sua forma purificada da empresa Sigma Aldrich Brasil. Foram utilizados 7 fenilpropanoides: anetol, eugenol, miristicina, *p*-anisaldeído, (*E*)-cinamalaldeído, sarisan e dilapiol; 12 monoterpenos: (-)- β -pineno, (-)- α -pineno, (+)-limoneno, (+)-3-careno, mirceno, *o*-cimeno, *p*-cimeno, sabineno, terpinoleno, α -felandreno, α -terpineno, γ -terpineno; 15 monoterpenos oxigenados: (-)-terpinen-4-ol, *L*-carvona, (+)-carvona, citronelal, (-)-endo-borneol, carvacrol, neral, eucaliptol (1,8 cineol), geraniol, isoborneol, *L*-linalol, *L*-mentona, timol e α -terpineol; 1 sesquiterpeno: (β -cariofileno); e 2 sesquiterpenos oxigenados: nerolidol e óxido de cariofileno.

Para avaliação da influência de cada grupo de compostos sobre a atividade sinérgica da composição, foram elaborados *blends* incompletos combinados com cada fração nas proporções de 2,0, 10,0 e 25,0% retirando-se o grupo de compostos dos monoterpenos oxigenados.

Inicialmente, foram obtidas faixas de resposta para o inseto-teste (Finney, 1971). A partir daí, foram estabelecidas entre cinco e seis concentrações, além de um controle (solvente acetona). Após a obtenção das DL_{50} das frações não enriquecidas isoladamente, foram realizadas as combinações dos *blends* completos ou incompletos de compostos com as três frações do óleo essencial. Os bioensaios consistiram na aplicação dorsal de 1 μ l nas lagartas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) com auxílio de uma microsseringa graduada. As lagartas foram confinadas em placas de Petri (5,0 x 1,5 cm), mantidas em câmara climatizada BOD à temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70,0 \pm 5,0\%$ e fotofase de 12 horas, até o momento da avaliação da mortalidade dos indivíduos (no mínimo 24 horas). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições.

Para todos os bioensaios, os dados de mortalidade de concentração-resposta foram submetidos à análise de Probit, utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, 2001). Os valores de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925). Intervalos de confiança (IC

com $p > 95,0\%$) dos valores das DL_{50} foram utilizados para definir a significância da diferença entre os tratamentos. De modo similar, a eficácia inseticida das formulações de *blends* incompletos, sem os monoterpenos oxigenados (2,0, 10,0 e 25,0% (V/V)) combinados com as frações, foi comparada com as formulações dos *blends* completos combinados com as frações.

Resultados e discussão

Atoxicidade das frações do Oepa foi decrescendo em função da diminuição do teor de dilapiol na composição das frações. Tais resultados confirmam os obtidos por Fazolin et al. (2022) que definiram a faixa de maior toxicidade do óleo em função do teor de dilapiol por contato tópico do produto entre 68,0 e 88,0% para larvas de terceiro instar de *S. frugiperda*. Considerando-se os intervalos de confiança de cada tratamento, houve diferença significativa entre as três frações entre si, evidenciando o nítido acréscimo de toxicidade em função do teor de dilapiol contido em cada uma delas.

Considerando-se o enriquecimento completo da fração terpênica, pode-se observar que a combinação mais tóxica ocorreu quando a adição do *blend* completo de compostos foi de 10,0% na composição dessa fração. Entretanto, não houve diferença significativa em relação a essa fração combinada com 2,0, 10,0 e 25,0% (V/V) do *blend* de compostos incompletos pela ausência de monoterpenos oxigenados.

Para a fração intermediária, pode-se observar que a combinação mais tóxica ocorreu quando a adição do *blend* de compostos foi incompleta pela ausência de monoterpenos oxigenados na proporção de 2,0% (V/V) na composição dessa fração. Não houve diferença significativa entre a toxicidade da fração terpênica enriquecida com *blend* completo a 10,0 e 25,0% (V/V) em relação à adição do *blend* sem os monoterpenos oxigenados. A fração intermediária combinada com *blends* completos ou incompletos de compostos não diferiu quanto à fração intermediária sem adição de nenhum composto nas proporções 10,0 e 25,0% (V/V).

Quanto à fração propanoica, não houve diferença significativa entre as toxicidades das combinações com o *blend* completo e incompleto pela ausência dos monoterpenos oxigenados. Exceção feita na combinação dessa fração com os *blends* a 25,0% (V/V), cuja ausência dos monoterpenos oxigenados aumentou significativamente a sua toxicidade. É possível inferir, nesse caso, que a adição do *blend* completo na proporção 25,0% pode ter ultrapassado

o limite aceitável dos monoterpenos oxigenados em relação aos demais compostos químicos da fração. Isso pode ter interferido na modulação do neurotransmissor inibitório no sistema nervoso central e periférico dos insetos, conforme era previsto devido aos resultados de Tong e Coats (2010). Nesse caso, pode ser esperado um efeito antagônico dos monoterpenos oxigenados quando adicionados à fração propanoica na forma de *blend*.

Conclusões

- 1) A retirada dos monoterpenos oxigenados do *blend* completo não interferiu na toxicidade da fração terpênica para o inseto-alvo em nenhuma das proporções avaliadas.
- 2) A retirada dos monoterpenos oxigenados no *blend* aumentou a toxicidade da fração intermediária para o inseto-alvo somente na proporção de 2,0% (V/V).
- 3) A retirada dos monoterpenos oxigenados no *blend* diminuiu significativamente a toxicidade da fração propanoica para o inseto-alvo na proporção de 25,0% (V/V).

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica.

Referências

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p. 265-267, Apr. 1925. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>.
- DAMALAS, C. A.; KOUTROUBAS, S. D. Current status and recent developments in biopesticide use. **Agriculture**, v. 8, n. 1, p. 13, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture8010013>.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; COSTA, C. R. da. **Potencialidades da pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.)**: características gerais e resultados de pesquisa. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2006. 53 p. (Embrapa Acre. Documentos, 103). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/505568>. Acesso em: 20 out. 2024.
- FAZOLIN, M.; MONTEIRO, A. F. M.; BIZZO, H. R.; GAMA, P. E.; VIANA, L. de O.; LIMA, M. E. C. de. Insecticidal activity of *Piper aduncum* oil: variation in dillapiol content and chemical and toxicological stability

during torage. **Acta Amazonica**, v. 52, n. 3, p. 179-188, 2022. DO: <https://doi.org/10.1590/1809-4392202102292>.

FAZOLIN, M.; NEGREIROS, J. R. da S.; COSTA, C. R. da. **Orientações técnicas para a produção de óleo essencial de *Piper aduncum* L.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2024. 53 p. (Embrapa Acre. Documentos, 182). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1167301>. Acesso em: 20 out. 2024.

FINNEY, D. J. **Probit analysis**. London: Cambridge University, 1971. 33 p.

NOLLET, L. M. L.; HATHORE, H. S. **Green pesticides handbook: essential oils for pest control**. Boca Raton: CRC Press, 2017. 554 p.

SAS INSTITUTE. **User's guide: statistics**, version 8.2. 6. ed. Cary, NC: SAS Institute, 2001.

TONG, F.; COATS, J. R. Effects of monoterpenoid insecticides on [3H]-TBOB binding in house fly GABA receptor and ³⁶Cl⁻ uptake in American cockroach ventral nerve cord. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 98, n. 3, p. 317-324, Nov. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2010.07.003>.

Influência dos sesquiterpenos na ação inseticida das frações do óleo essencial de *Piper aduncum* L.

Juliana Almeida Silva⁽¹⁾, Murilo Fazolin⁽²⁾, Alyce Camille da Silva Marques⁽³⁾ e André Fábio Medeiros Monteiro⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Estudante de graduação da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁽³⁾ Bolsista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁴⁾ Analista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – A busca por compostos botânicos alternativos para o controle de pragas é fundamental para reduzir o impacto ambiental causado pelos agentes químicos convencionais. Essa meta tem sido perseguida, especialmente, utilizando recursos da flora amazônica. As piperáceas, como *Piper aduncum* L., são abundantes no Acre, e o processo de industrialização segue um método similar ao utilizado para a obtenção do óleo rico em safrol a partir de *Piper hispidinervum* C.DC. Esse processo envolve a destilação por arraste de vapor, seguida de retificação fracionada, que é amplamente aplicada na purificação de óleos essenciais. Utilizando essa técnica, três frações principais têm sido obtidas. O objetivo desta proposta foi o de avaliar a atividade inseticida das frações terpênica (F1), intermediária (F2) e propanoica (F3) do óleo essencial de *P. aduncum* (Oepa). Inicialmente, essas frações foram enriquecidas com *blends* completos contendo 36 compostos e, posteriormente, com *blends* incompletos, nos quais os sesquiterpenos foram removidos. A remoção dos sesquiterpenos do *blend* completo reduziu a toxicidade da fração terpênica para o inseto-alvo nas proporções de 10,0% (V/V). No entanto, essa remoção aumentou a toxicidade nas frações intermediária e propanoica nas proporções de 25,0% (V/V), bem como na combinação de 2,0% (V/V) para a última fração.

Termos para indexação: toxicidade, Piperaceae, formulação inseticida.

Influence of sesquiterpenes in the insecticidal action of *Piper aduncum* L. oil fractions

Abstract – The search for alternative botanical compounds for pest control is essential to reduce the environmental impact caused by conventional chemical agents. This goal has been pursued, especially using resources from the amazonian flora. Piperaceae, such as *Piper aduncum* L., are abundant in Acre, and the industrialization process follows a method similar to that used for obtaining safrole-rich oil from *Piper hispidinervum* C.DC. This process involves steam distillation followed by fractional distillation, which is widely applied in the purification of essential oils. Using this technique, three main fractions have been obtained. The objective of this proposal is to evaluate the insecticidal activity of the terpene (F1), intermediate (F2), and propanolic (F3) fractions of the essential oil of *P. aduncum* (Oepa). Initially, these fractions were enriched with complete blends containing 36 compounds, and subsequently with incomplete blends, from which the sesquiterpenes were removed. The removal of sesquiterpenes from the complete blend reduced the toxicity of the terpene fraction to the target insect at a concentration of 10.0% (V/V). However, this removal increased the toxicity in the intermediate and propanolic fractions at concentrations of 25.0% (V/V), as well as in the combination of 2.0% (V/V) for the latter fraction.

Index terms: toxicity, Piperaceae, insecticidal formulation.

Introdução

A pesquisa por alternativas de compostos botânicos no controle de pragas é essencial para reduzir o impacto ambiental causado por pesticidas químicos convencionais. Essa busca tem se concentrado recentemente em recursos da flora amazônica. O óleo essencial de *Piper aduncum* L. (Oepa) surge como uma opção promissora, pois atua em complexos bioquímicos de defesa dos insetos, inibindo enzimas de destoxificação e, assim, controla diversas pragas.

Piper aduncum é abundante na região do Acre, e o processo de industrialização é semelhante ao utilizado para extrair óleo rico em safrol de *P. hispidinervum* (Fazolin et al., 2006). Ao retificar o óleo para a purificação, obtêm-se três frações: terpênica, intermediária e propanoica (Andrade et al., 2011).

Os resíduos gerados durante a purificação do Oepa podem ser utilizados como estratégias complementares para o controle de pragas, agregando valor a uma matéria-prima que, de outra forma, seria considerada descartável.

Sesquiterpenos como β -cariofileno, por exemplo, são potentes inibidores de enzimas destoxificativas (Tong; Bloomquist, 2013), sendo sua toxicidade observada para larvas de *S. frugiperda* e *S. exigua* (Chen et al., 2021). No entanto, o comportamento desse tipo de composto, quando associado às frações do Oepa, é desconhecido.

O objetivo deste estudo foi avaliar a atividade inseticida das frações terpênica (F1), intermediária (F2) e propanoica (F3) do Oepa, tanto em combinações completas com 36 compostos quanto em misturas incompletas, nas quais os sesquiterpenos foram removidos.

Material e métodos

O óleo essencial foi extraído pelo princípio de arraste de vapor utilizando uma caldeira aquecida a diesel. O óleo essencial de *Piper aduncum* L. (Oepa) obtido pela destilação foi submetido a uma retificação fracionada em equipamento contendo uma coluna de recheio. Durante a purificação do Oepa, foram obtidas três frações enriquecidas com misturas completas ou incompletas de diferentes grupos de compostos para avaliar a interferência biológica em relação à atividade inseticida.

As frações foram submetidas a análises em cromatógrafo a gás (detector DIC) acoplado a um espectrômetro de massa (CG-EM). Após a caracterização química de cada fração do Oepa (teores

de dilapiol de 26,0, 59,1 e 85,3%, respectivamente), um *blend* completo foi criado combinando-se 36 compostos em quantidades iguais (1:1), tomando-se como referência a composição original do Oepa ou os óleos essenciais do gênero *Piper*, adquiridos purificados da Sigma Aldrich Brasil. Foram utilizados 7 fenilpropanoides: anetol, eugenol, miristicina, *p*-anisaldeído, (*E*)-cinamaldeído, sarisan e dilapiol; 12 monoterpenos: (-)- β -pineno, (-)- α -pineno, (+)-limoneno, (+)-3-careno, mirceno, o-cimeno, *p*-cimeno, sabineno, terpinoleno, α -felandreno, α -terpineno, γ -terpineno; 15 monoterpenos oxigenados: (-)-terpinen-4-ol, *L*-carvona, (+)-carvona, citronelal, (-)-endo-borneol, carvacrol, neral, eucaliptol (1,8 cineol), geraniol, isoborneol, *L*-linalol, *L*-mentona, timol e α -terpineol; 1 sesquiterpeno: (β -cariofileno); e 2 sesquiterpenos oxigenados: nerolidol e óxido de cariofileno.

Para avaliar a influência de cada grupo de compostos sobre a atividade sinérgica da mistura, foram elaborados *blends* incompletos, retirando-se os compostos do grupo dos sesquiterpenos.

Inicialmente, foram obtidas faixas de resposta para o inseto-alvo, seguindo a metodologia proposta por Finney (1971), estabelecendo-se uma faixa final contendo entre cinco e seis concentrações, além de um controle (solvente acetona). Após a determinação das DL_{50} das frações não enriquecidas isoladamente, foram realizadas combinações dos *blends* completos ou incompletos com as três frações do óleo essencial. Os bioensaios consistiram na aplicação dorsal (1 μ l) nas lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), utilizando uma microseringa graduada. As lagartas foram mantidas em placas de Petri (5,0 x 1,5 cm) em uma câmara climatizada a 25 ± 1 °C, com umidade relativa de $70,0 \pm 5,0\%$ e fotoperíodo de 12 horas, até a avaliação da mortalidade dos indivíduos (após 24 horas).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para todos os bioensaios, os dados de mortalidade em função da concentração foram analisados por meio do método Probit, utilizando o software SAS (SAS Institute, 2001). Os valores de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925). Intervalos de confiança (IC com $p > 95,0\%$) para os valores de DL_{50} foram utilizados para determinar a significância das diferenças entre os tratamentos. Da mesma forma, a eficácia inseticida das formulações de *blends* incompletos, sem os sesquiterpenos (2,0, 10,0 e 25,0% (V/V)), foi comparada com as formulações dos *blends* completos combinados com as frações.

Resultados e discussão

A toxicidade das frações do óleo essencial de *P. aduncum* (Oepa) diminuiu à medida que o teor de dilapiol foi reduzido em cada fração. Esses resultados corroboram os achados de Fazolin et al. (2022), que observaram maior toxicidade do óleo com concentrações de dilapiol entre 68,0 e 88,0% em aplicações tópicas em larvas de *S. frugiperda*. Dentro dos intervalos de confiança de cada tratamento, notou-se uma diferença significativa entre as três frações, evidenciando um crescimento claro da toxicidade à medida que o teor de dilapiol aumentava.

No caso do enriquecimento completo da fração terpênica com terpenoides e fenilpropanoides, a combinação mais tóxica foi obtida com a adição de 10,0% (V/V) do *blend* completo, sendo significativamente mais eficaz que as combinações com 2,0 e 25,0% (V/V). Uma redução considerável na toxicidade foi observada apenas quando os sesquiterpenos foram removidos da mistura com 10,0% (V/V).

Na fração intermediária, a combinação mais tóxica ocorreu com a adição do *blend* completo a 2,0% (V/V). A toxicidade caiu significativamente quando os sesquiterpenos foram excluídos dos *blends* incompletos a 2,0% (V/V). A menor toxicidade foi observada na fração combinada com o *blend* completo a 25,0% (V/V), que diferiu significativamente do *blend* incompleto na mesma proporção. Além disso, a fração intermediária com o *blend* completo a 10,0% (V/V) não apresentou diferença em relação à fração sem adição de compostos, sugerindo que o enriquecimento nessa proporção não é necessário.

Na fração propanoica, a combinação mais tóxica foi obtida com o *blend* incompleto a 2,0% (V/V). Contudo, devido à sobreposição dos intervalos de confiança, não houve uma diferença significativa em relação às proporções de 10,0 e 25,0% (V/V). Houve, no entanto, uma diferença significativa entre o *blend* a 10,0% (V/V) + F3 e o *blend* a 25,0% (V/V) + F3, sendo essa última combinação a de menor toxicidade para as larvas de *S. frugiperda*. Teoricamente, a remoção desse grupo químico da fração parece aumentar a toxicidade da formulação para as larvas.

De maneira geral, as frações não precisam de um *blend* completo, predominantemente composto por terpênicos, para aumentar a toxicidade, embora haja exceções em cada fração. Isso ressalta a importância de ajustar as proporções de adição do

blend. A remoção de sesquiterpenos dos *blends* na fração propanoica, por exemplo, aumentou a toxicidade, sugerindo um possível antagonismo entre sesquiterpenos e fenilpropanoides em certas proporções. Portanto, o ajuste dessas proporções é essencial para otimizar a atividade inseticida em futuras formulações.

Conclusões

- 1) A retirada dos sesquiterpenos do *blend* completo diminuiu a toxicidade da fração terpênica para o inseto-alvo apenas nas proporções de 10,0% (V/V).
- 2) A retirada dos sesquiterpenos no *blend* completo diminuiu a toxicidade da fração intermediária para o inseto-alvo nas proporções de 2,0% (V/V), não alterou a toxicidade na proporção 10,0% (V/V) e aumentou a toxicidade na proporção de 25,0% (V/V).
- 3) A retirada dos sesquiterpenos no *blend* completo aumentou a toxicidade da fração propanoica para o inseto-alvo nas proporções de 2,0 e 25,0% (V/V).

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica.

Referências

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p. 265-267, Apr. 1925. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>.
- ANDRADE, E. L.; AZEVEDO, F. F. M. de; MORAES, H. H. Q.; FARIA, L. J. G. de; MACHADO, N. T.; ARAÚJO, M. E. Projeto de fracionamento do óleo essencial de *Piper aduncum* L. empregando o simulador HYSYS. In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 12., 2011, Belém, PA. **Anais [...]**. Belém, PA: UFPA, 2011.
- CHEN, Y.; LUO, J.; ZHANG, N.; YU, W.; JIANG, J.; DAI, G. Insecticidal activities of *Salvia hispanica* L. essential oil and combinations of their main compounds against the beet armyworm *Spodoptera exigua*. **Industrial Crops and Products**, v. 162, article 113271, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113271>.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; COSTA, C. R. da. **Potencialidades da pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.):** características gerais e resultados de pesquisa. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2006. 53 p. (Embrapa Acre. Documentos, 103). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/505568>. Acesso em: 20 out. 2024.

FAZOLIN, M.; MONTEIRO, A. F. M.; BIZZO, H. R.; GAMA, P. E.; VIANA, L. de O.; LIMA, M. É. C. de. Insecticidal activity of *Piper aduncum* oil: variation in dillapiole content and chemical and toxicological stability

during storage. **Acta Amazonica**, v. 52, n. 3, p. 179-188, 2022. DO: <https://doi.org/10.1590/1809-4392202102292>.

FINNEY, D. J. **Probit analysis**. London: Cambridge University, 1971. 33 p.

SAS INSTITUTE. **User's guide**: statistics, version 8.2. 6. ed. Cary, NC: SAS Institute, 2001.

TONG, F.; BLOOMQUIST, J. R. Plant essential oils affect the toxicities of carbaryl and permethrin against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 50, n. 4, p. 826-832, July 2013. DOI: <https://doi.org/10.1603/ME13002>.

Qualidade física do solo sob agricultura conservacionista em experimento de longa duração: densidade global

Adson Souza do Nascimento⁽¹⁾, Falberni de Souza Costa⁽²⁾, Kamilly Cavalcante Silva⁽¹⁾ e Charles Rodrigues da Costa⁽³⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Analista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O efeito da agricultura conservacionista (AC) sobre a qualidade física de solo arenoso do Juruá não é conhecido. O objetivo deste trabalho foi avaliar esse efeito em experimento de longa duração de 17 anos de condução. A compactação foi avaliada pela densidade do solo no experimento instalado em 2006, no delineamento de blocos ao acaso com três blocos em esquema de parcelas subdivididas. Nas parcelas principais, estão o preparo convencional (PC) e o plantio direto (PD), e nas secundárias, os sistemas de cultivos: tradicional (corte e queima) ou testemunha (T), plantas de cobertura (leguminosa-gramínea – LG), LG com fósforo – P (LGP), LG com calcário – C (LGC) e LG com P e C (LGPC). Somente a T tem seus resíduos queimados desde 2006. A densidade do solo foi determinada (anel volumétrico ~ 100 cm³) nas camadas de 0–5, 5–10, 10–15, 15–20, 20–30, 30–40, 40–50, 50–70, 70–90 e 90–110 cm. A densidade global do solo variou de 1,18 a 1,84 g cm⁻³, com média de 1,36 g cm⁻³ (camada de 0–5 cm). PC e PD não foram diferentes em todas as camadas. Houve diferença significativa entre os tratamentos secundários nas camadas de 0–5 e 5–10 cm.

Termos para indexação: solo arenoso, densidade do solo, compactação do solo.

Physical quality of soil under conservation agriculture in a long-term experiment: global density

Abstract – The effect of conservation agriculture (CA) on the physical quality of sandy soil in Juruá is not known. Our goal was to evaluate this effect in the ongoing 17-year long-term experiment. Compaction was assessed by soil bulk density in the experiment set up in 2006, using a randomized block design with three blocks and a split plot scheme. The main plots include conventional tillage (CT) and no-till (NT), while the secondary plots include the cropping systems: traditional (slash and burn) or control (C), cover crops (leguminous-grass – LG), LG with phosphorus – P (LGP), LG with limestone – L (LGCL) and LG with P and L (LGPC). Only T has had its waste burned since 2006. Soil density was determined (volumetric rings ~ 100 cm³) in the 0–5, 5–10, 10–15, 15–20, 20–30, 30–40, 40–50, 50–70, 70–90 and 90–110 layers (cm). Overall soil density varied from 1.18 to 1.84 g cm⁻³, with an average of 1.36 g cm⁻³ (0–5 cm layer). CT and NT were not different in all layers. There was a significant difference between the treatments in the 0–5 and 5–10 cm layers.

Index terms: toxicity, sandy soil, soil bulk density, soil compaction.

Introdução

Os Argissolos do Juruá são, em geral, de granulometria média a arenosa, naturalmente de baixa fertilidade e alta densidade (Albuquerque et al., 2015), relevo de suave a ondulado, vulneráveis à erosão. O manejo desses solos no sistema de derruba e queima com preparo mecânico (grade aradora), mesmo que esporádico, caracterizando o sistema tradicional de manejo local, favorece a decomposição de remanescentes da matéria orgânica do solo (MOS), após derruba e queima da floresta nativa e/ou secundária, o que é agravado pela queima e não reposição de nutrientes, prática inexistente na região do Juruá (Costa et al., 2020), impedindo também o cultivo de plantas de cobertura. A agricultura conservacionista (AC), baseada no plantio direto, na cobertura contínua do solo e diversidade de espécies cultivadas (FAO, 2014), tanto de plantas de cobertura quanto de cultivos comerciais, em esquemas de rotação ou consórcio, além de alternativa ao manejo de derruba e queima, pode reduzir parte da adubação de reposição e eliminar totalmente o uso do fogo. Sempre em áreas já desmatadas, a agricultura conservacionista recupera e mantém essas áreas para cultivos, e, em especial e indiretamente, reduz a pressão sobre as florestas nativas. O adensamento natural dos solos arenosos pode ser agravado ou atenuado de acordo com o manejo adotado (Suzuki et al., 2023). Com derruba e queima, queimas sucessivas e pousio, o adensamento evolui para a compactação, sendo esses fenômenos de mesmas decorrências, entretanto de origens natural e antrópica, respectivamente (FAO, 2005). A compactação antrópica decorre do manejo inadequado desses solos arenosos, com preparo mecânico e redução dos teores de MOS, tanto pelas queimas sucessivas dos resíduos vegetais quanto pela decomposição microbiana da MOS remanescente no solo. Com a AC espera-se o aumento da MOS, o que, além de atenuar o efeito do adensamento natural do solo, potencializa a retenção de água (Carvalho et al., 2020). Isso, por si só, representa uma ação simultânea de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, oriunda do manejo adequado do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da AC sobre a qualidade física de solo arenoso do Juruá em experimento de longa duração.

Material e métodos

A compactação do solo foi avaliada pela sua densidade nos tratamentos do experimento de 17 anos de condução, área rural de Mâncio Lima, Juruá, Acre. O experimento foi instalado em 2006, no delineamento de blocos ao acaso, com três blocos e em esquema de parcelas subdivididas. Na parcela principal, estão o preparo convencional da região, com grade aradora, e o plantio direto. Nas parcelas secundárias, estão os sistemas de cultivos tradicional (corte e queima) ou testemunha (T), plantas de cobertura (leguminosa-gramínea – LG), LG com fósforo – P (LGP), LG com calcário – C (LGC) e LG com P e C (LGPC). Somente a T tem seus resíduos queimados desde 2006. Para a avaliação da densidade do solo, foram utilizados anéis volumétricos de aço inoxidável nas camadas de 0–5, 5–10, 10–15, 15–20, 20–30, 30–40, 40–50, 50–70, 70–90 e 90–110 cm. As amostras foram pesadas (peso úmido) e secas em estufa a 105 °C por 24 horas. A densidade do solo foi calculada pela relação massa/volume. A análise da variância foi aplicada aos resultados por camada, sendo as diferenças entre médias dos tratamentos (principais e secundários) testadas por Tukey a 5%.

As amostras de solo foram coletadas em agosto de 2023 (Figura 1).

Resultados e discussão

A densidade global do solo (tratamentos/profundidades/repetições) variou de 1,18 a 1,84 g cm⁻³, com média de 1,36 g cm⁻³ (0–5 cm). Benites et al. (2007), Frozzi et al. (2020) e Panagos et al. (2024) encontraram valores semelhantes e característicos de solos arenosos. O comportamento da densidade com aumento da profundidade foi decrescente tanto em PC quanto em PD (Figura 2).

PC e PD não foram diferentes em todas as camadas avaliadas ($p > 0,05$). Houve diferença significativa entre os tratamentos nas parcelas secundárias nas camadas de 0–5 cm ($p = 0,0224$) e de 5–10 cm ($p = 0,0045$). LGC apresentou a maior densidade (0–5 cm = 1,47 g cm⁻³ e 5–10 cm = 1,61 g cm⁻³) e LGP a menor densidade (0–5 cm = 1,23 g cm⁻³ e 5–10 cm = 1,43 g cm⁻³).

Os demais tratamentos (0–5 cm) não diferiram ou de LGC ou de LGP (5–10 cm) e não diferiram ou de LGC, exceto LGP e LG, ou de LGP, exceto LGPC e LGC (Tabela 1).

Abaixo da camada de 10–15 cm até 90–110 cm, PC e PD foram semelhantes, assim como os tratamentos secundários entre si.

A densidade do solo, comparando os tratamentos secundários, seguiu a mesma tendência de decréscimo com a profundidade, com destaque para

os tratamentos LGC e LGP, que foram diferentes nas camadas de 0–5 cm e 5–10 cm ($p < 0,05$) (Figura 3). Mesmo com 17 anos de condução do experimento, o efeito do tratamento PC não foi detectado, como ocorre em experimentos de longa duração, onde o solo é preparado anualmente.

Fotos: Falbérni de Souza Costa



Figura 1. Coleta para determinação da densidade do solo em experimento de longa duração, Alto Pentecostes, Mâncio Lima, agosto de 2023.

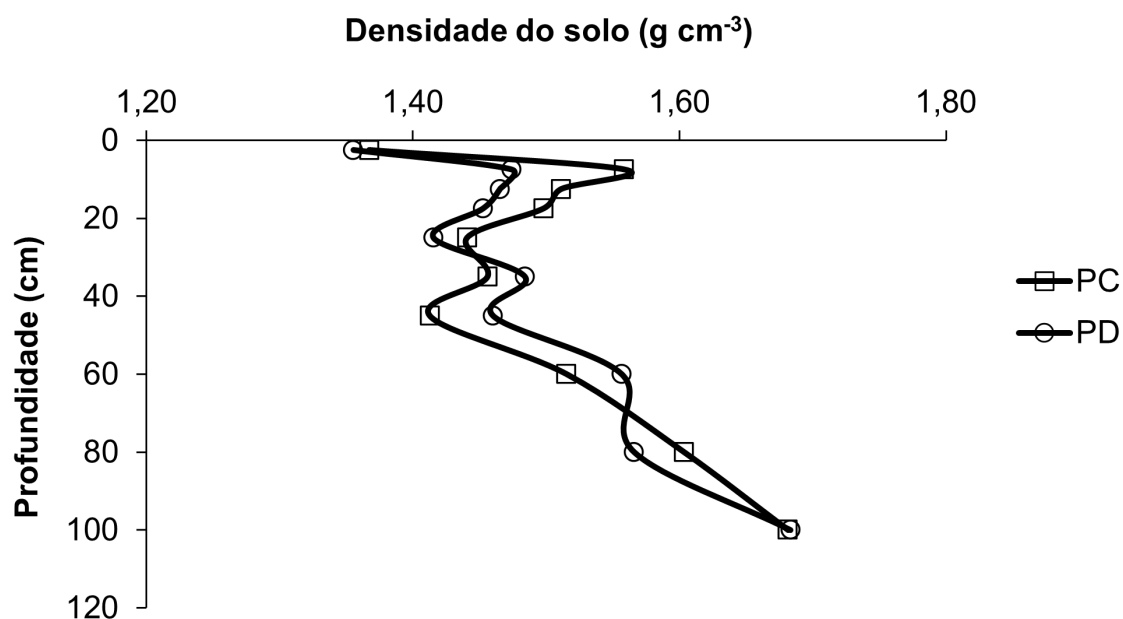


Figura 2. Densidade do solo no preparo convencional (PC) e plantio direto (PD) em experimento de longa duração, Mâncio Lima, 2023.

Tabela 1. Densidade do solo (g cm^{-3}) nos tratamentos das parcelas secundárias⁽¹⁾: testemunha (T), leguminosa-gramínea (LG), leguminosa-gramínea+fósforo-P (LGP), leguminosa-gramínea+calcário-C (LGC) e leguminosa-gramínea+P+C (LGPC).

Tratamento	LGPC		LGC		LG		LGP		T	
----- 0–5 cm -----										
Médias	1,42	AB	1,47	A	1,28	AB	1,23	B	1,41	AB
----- 0–10 cm -----										
Médias	1,61	AB	1,61	A	1,46	BC	1,43	C	1,47	ABC

⁽¹⁾ Sem interação entre tratamentos nas parcelas principais e secundárias.

Letras iguais na linha indicam que não há diferença entre as médias – Tukey (5%). Médias dos tratamentos nas parcelas principais – PC e PD.

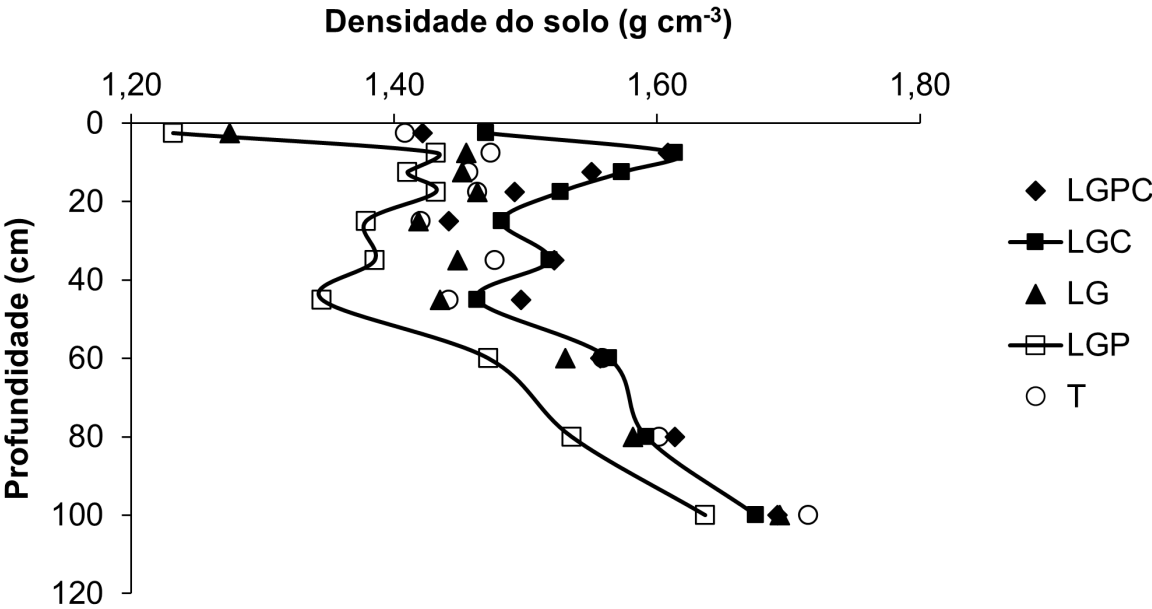


Figura 3. Densidade do solo nos tratamentos das parcelas secundárias: testemunha (T), leguminosa-gramínea (LG), leguminosa-gramínea+fósforo-P (LGP), leguminosa-gramínea+calcário-C (LGC) e leguminosa-gramínea+P+C (LGPC), em experimento de longa duração, Mâncio Lima, 2023.

Conclusão

- 1) Após 17 anos de condução do experimento avaliado neste trabalho, a agricultura conservacionista não afetou com diferença estatística a qualidade física do solo entre o preparo convencional e o plantio direto em todas as camadas avaliadas. Entretanto, afetou com diferença estatística a qualidade física do solo, nos tratamentos das parcelas secundárias do experimento. O tratamento

leguminosa-gramínea com calcário (LGC) teve maior densidade do que o tratamento leguminosa-gramínea com fósforo (LGP) nas camadas de 0–5 cm e 5–10 cm.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica e à Embrapa Acre pelo apoio no desenvolvimento das atividades da bolsa.

Referências

- ALBUQUERQUE, J. A.; ALMEIDA, J. A.; GATIBONI, L. C.; ROVEDDER, A. P. M.; COSTA, F. S. Fragilidade de solos: uma análise conceitual, ocorrência e importância agrícola para o Brasil. In: CASTRO, S. S.; HERNANI, L. C. (ed.). **Solos frágeis**: caracterização, manejo e sustentabilidade. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 25-50. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1041987>. Acesso em: 12 jul. 2024.
- BENITES, V. M.; MACHADO, P. L. O. A.; FIDALGO, E. C. C.; COELHO, M. R.; MADARI, B. E. Pedotransfer functions for estimating soil bulk density from existing soil survey reports in Brazil. **Geoderma**, v. 139, n. 1-2, p. 90-97, Apr. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.01.005>.
- CARVALHO, M. L.; MORAES, M. T.; CERRI, C. E. P.; CHERUBIN, M. R. Biochar amendment enhances water retention in a tropical sandy soil. **Agriculture**, v. 10, n. 3, article 62, p. 1-13, Mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10030062>.
- COSTA, F. S.; CAMPOS FILHO, M. D.; SÁ, C. P.; LAMBERTUCCI, D. M.; TAVELLA, L. B.; BRITO, E. S.; KLEIN, M. A.; DICK, D. P. **Agricultura conservacionista**: solução de inovação tecnológica e econômica para a produção diversa em solos arenosos do Juruá, Acre, Sudoeste da Amazônia - resultados integrados de 13 anos. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2020. 22 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 201). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1121607>. Acesso em: 12 jul. 2024.
- FAO. **What is conservation agriculture?** 2014. Disponível em: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/what-is-conservation-agriculture/en>. Acesso em: 12 jul. 2024.
- FAO. **Management of tropical sandy soils for sustainable agriculture**. 2005. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ag125e/AG125E00.htm#Contents>. Acesso em: 12 jul. 2024.
- FROZZI, J. C.; CUNHA, J. M.; CAMPOS, M. C. C.; BERGAMIN, A. C.; BRITO, W. B. M.; FRACISCON, U.; SILVA, D. M. P.; LIMA, A. F. L.; BRITO FILHO, E. G. Physical attributes and organic carbon in soils under natural and anthropogenic environments in the South Amazon region. **Environmental Earth Sciences**, v. 79, article 251, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12665-020-08948-x>.
- PANAGOS, P.; ROSA, D. de; LIAKOS, L.; LABOUYRIE, M.; BORRELLI, P.; BALLABIO, C. Soil bulk density assessment in Europe. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 364, article 108907, Apr. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.108907>.
- SUZUKI, L. A. S.; PERDON, F. A.; OLIVEIRA, R. B.; ROVEDDER, A. P. M. Challenges in the management of environmentally fragile sandy soils in Southern Brazil. **Soil Systems**, v. 7, n. 1, article 9, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/soilsystems7010009>.

Composição botânica de pastagens em pequenas propriedades de pecuária de corte no Vale do Acre

Ruan Cezar Koczinski dos Reis⁽¹⁾, Carlos Mauricio Soares de Andrade⁽²⁾ e Vítor Hugo Maués Macedo⁽³⁾

⁽¹⁾ Bolsista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Professor, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, CE.

Resumo – O surgimento da síndrome da morte do braquiário (SMB), em 1994, causou a degradação de milhares de hectares de pastagens formadas com *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu no estado do Acre. O objetivo deste trabalho foi analisar a composição botânica de pastagens extensivas representativas da pecuária de cria no Vale do Acre, 30 anos após o surgimento dessa doença. Foram analisadas 83 pastagens em 15 propriedades nos municípios de Senador Guimard e Rio Branco. A composição botânica foi avaliada por estimativa visual utilizando o método do peso seco ordenado, com 50 pontos de amostragem por pastagem. O percentual médio de leguminosas nessas pastagens foi de 4,2% da composição botânica. Pastagens com degradação leve, necessitando de recuperação, foram as mais representativas (59,0%). Cerca de um terço das pastagens apresentava mais de 35,0% de plantas daninhas, sendo classificado com degradação moderada ou avançada e, portanto, necessitando de reforma.

Termos para indexação: degradação de pastagens, plantas daninhas, síndrome da morte do braquiário.

Botanical composition of pastures on small beef cattle farms in the Acre Valley

Abstract – The emergence of the syndrome of death of marandugrass (SMB) in 1994 caused the degradation of thousands of hectares of pastures formed with *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in the state of Acre. The objective of this study was to analyze the botanical composition of extensive pastures representative of cattle ranching in the Acre Valley, 30 years after the emergence of this disease. Eighty-three pastures on 15 properties in the municipalities of Senador Guimard and Rio Branco were analyzed. The botanical composition was assessed by visual estimation using the dry-weight-rank method, with 50 sampling points per pasture. The average percentage of legumes in these pastures was 4.2% of the botanical composition. Pastures with slight degradation, requiring recovery, were the most representative (59.0%). Approximately one-third of the pastures had more than 35.0% of weeds, being classified as having moderate or advanced degradation and, therefore, requiring renovation.

Index terms: pasture degradation, syndrome or death of marandugrass, weeds.

Introdução

A pecuária bovina de corte se expandiu no Acre a partir da década de 1970, tornando-se atualmente uma atividade de grande relevância econômica e social para o estado. Inicialmente, as pastagens cultivadas no Acre foram implantadas com uso de forrageiras testadas em outras regiões do Brasil e com sementes disponíveis no mercado local. Dentre essas, destacou-se *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, uma gramínea conhecida como braquiário ou brizantão, lançada pela Embrapa em 1984, que rapidamente se espalhou por todo Brasil devido a características que atendiam aos anseios dos pecuaristas (Andrade et al., 2007).

Contudo, as características da forrageira que levaram à sua popularização, estimulando produtores rurais a implantarem monocultivos da cultivar em todos os tipos de áreas com as mais diversas condições topográficas e pedológicas, principalmente onde havia pastos degradados de *Brachiaria decumbens*, propiciaram o surgimento de um problema decorrente do encharcamento do solo que causa a mortalidade da cultivar Marandu, conhecido como síndrome da morte do braquiário (SMB). Conforme descrito por Valentim et al. (2000), os primeiros casos da SMB foram registrados no Acre em 1994, quando pecuaristas constataram o amarelecimento e senescência de touceiras desse capim no período chuvoso.

A gravidade dessa situação causou uma crise na pecuária do Acre a partir do final da década de 1990, levando a Embrapa a investir em pesquisas para estudar o problema e sugerir novas opções de forrageiras para substituir o braquiário nas pastagens acometidas pela SMB. Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar a situação atual das pastagens na região do Vale do Acre, verificando como ocorreu a implantação de novas espécies forrageiras e qual o atual nível de degradação.

Material e métodos

Foram escolhidas 15 propriedades que participaram do diagnóstico da pecuária de cria no Acre (Andrade et al., 2024) para avaliação e caracterização de suas pastagens. Essas propriedades estão localizadas nos municípios de Senador Guiomard e Rio Branco, ao longo das rodovias BR-364, BR-317 e AC-90. Foram avaliadas todas as pastagens de cada propriedade, totalizando 83 entre janeiro e abril de 2024. A composição botânica de cada pastagem foi avaliada utilizando-se o método do peso seco ordenado (*dry-weight-rank*),

conforme descrito por Whalley e Hardy (2000), para estimar visualmente a contribuição de cada componente botânico na massa seca do pasto, sendo usado um quadrado metálico medindo 50 x 50 cm. Em cada pastagem, foram analisados 50 pontos de amostragem distribuídos aleatoriamente pela área, com distância média entre os pontos variando de 30 a 40 passos. Foram considerados os componentes botânicos gramíneas forrageiras, leguminosas forrageiras e plantas daninhas.

Os dados coletados em cada pastagem foram tabulados em planilha eletrônica Excel para cálculo da porcentagem de cada componente botânico. Em seguida, os dados das pastagens foram submetidos à análise estatística descritiva e agrupados em intervalos de classe para interpretação da situação geral dessas pastagens.

Resultados e discussão

A composição botânica média das 83 áreas de pastagens avaliadas apresentava 65,1% de gramíneas, 30,7% de plantas invasoras e 4,2% de leguminosas. Esses dados revelam baixa presença de leguminosas forrageiras nessas pastagens e, de modo geral, alto índice de infestação por plantas daninhas. De acordo com sistemas de classificação de pastagens propostos por Andrade e Valentim (2019), pastagens produtivas devem apresentar menos de 10,0% de plantas daninhas na sua composição botânica.

Analisando a distribuição de frequência dessas pastagens, observa-se que pouco mais da metade apresentou entre 61,0 e 80,0% de gramíneas forrageiras em sua composição botânica (Figura 1A). São pastagens ainda com bom estado de forrageiras que podem ser recuperadas sem muito investimento (Ribeiro Filho, 2018). Se somadas com outras 18,1% de pastagens com mais de 80,0% de gramíneas, tem-se um indicativo de praticamente 70,0% de pastagens produtivas ou necessitando de recuperação. O restante são pastagens com maior nível de degradação, geralmente necessitando de reforma, com replantio do pasto. Pastagens com até 20,0% de gramíneas geralmente são reflexo de uma pecuária extrativista em que os produtores trabalham com taxas de lotação superiores à capacidade de suporte, refletindo diretamente na composição botânica, pois as forrageiras são superpastejadas, abrindo espaço para o crescimento vigoroso de plantas daninhas.

Quase 70,0% das pastagens estudadas apresentavam até 5,0% de leguminosas forrageiras em sua composição botânica (Figura 1B),

principalmente leguminosas de ocorrência espontânea nas pastagens do Acre, tais como o calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) e espécies de *Desmodium* e *Centrosema* (Valentim, 2010). Menos de 10,0% das pastagens possuíam participação mais expressiva de leguminosas (acima de 10,0% da composição botânica), quando se pode esperar alguma contribuição significativa da fixação biológica de nitrogênio para aumento da produtividade da pastagem (Andrade et al., 2011).

A porcentagem de plantas daninhas é um dos principais indicadores do grau de degradação de uma pastagem (Dias-Filho; Lopes, 2019). Assim,

com base no sistema de classificação de pastagens proposto por Andrade e Valentim (2019), 59,0% das pastagens avaliadas apresentavam entre 11,0 e 35,0% de plantas daninhas e estavam em degradação leve (Figura 1C). Apenas 8,4% das pastagens ainda estavam produtivas, com até 10,0% de plantas daninhas. Pastagens com degradação moderada (27,7%) ou avançada (4,8%), que geralmente necessitam de reforma, representavam quase um terço das pastagens avaliadas. Com base na percepção dos pecuaristas de cria do Acre entrevistados por Andrade et al. (2024), 24,0% de suas pastagens estariam necessitando de reforma.

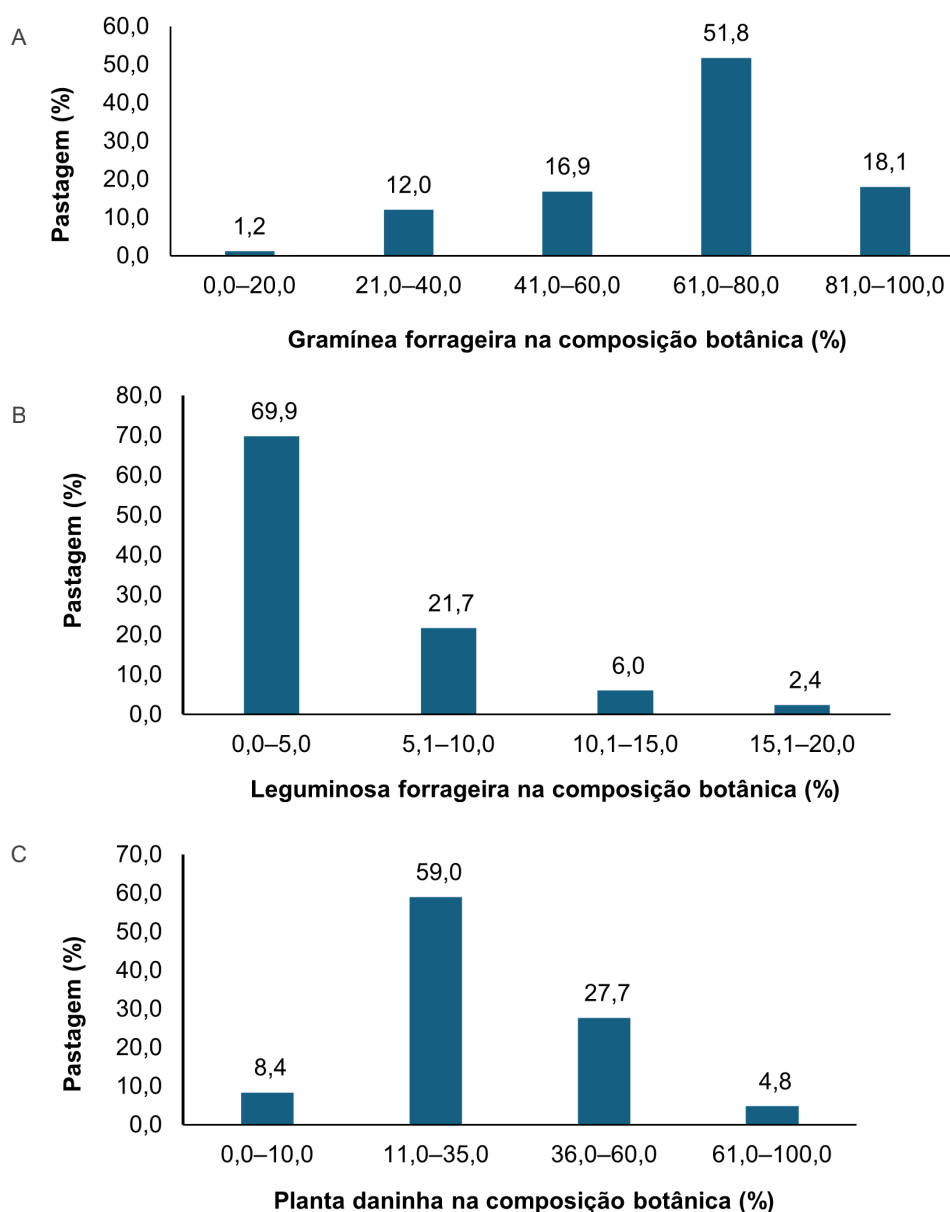


Figura 1. Distribuição de frequência da porcentagem de gramíneas forrageiras (A), leguminosas forrageiras (B) e plantas daninhas (C) em 83 pastagens de 15 pequenas propriedades de pecuária de corte no Vale do Acre.

O aparecimento de plantas daninhas nas pastagens deve-se a diversos fatores que atuam de forma isolada ou em conjunto, como o superpastejo, escolha inadequada da forrageira, semeadura mal conduzida, compactação de solo, entre outros. Todos esses fatores contribuem para diminuir a densidade populacional de gramíneas, favorecendo o aparecimento de plantas indesejadas ao sistema produtivo que ocasiona uma competição interespecífica por água, luz e nutrientes (Carvalho; Pitelli, 1992).

Conclusões

- 1) Aproximadamente 30,0% das pastagens cultivadas em fazendas de cria no Vale do Acre apresentam degradação moderada a avançada e necessitam de investimento para sua reforma.
- 2) A presença de leguminosas forrageiras na composição botânica dessas pastagens abaixo de 5,0% pouco contribuiu para o aumento da produtividade.

Referências

- ANDRADE, C. M. S. de; FERREIRA, A. S.; FARINATTI, L. H. E. Tecnologias para intensificação da produção animal em pastagens: fertilizantes x leguminosas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 26., 2011, Piracicaba. **A empresa pecuária baseada em pastagens: anais [...]**. Piracicaba: FEALQ, 2011. p. 111-158. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/913648>. Acesso em: 15 set. 2024.
- ANDRADE, C. M. S. de; MACEDO, V. H. M.; SALES, M. F. L. **Pecuária de cria no Acre: uso de pastagens e suplementação do rebanho**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2024. 34 p. (Embrapa Acre. Documentos, 181). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1169939>. Acesso em: 15 set. 2024.
- ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F. Manejo da fertilidade do solo na reforma e recuperação de pastagens na Amazônia. In: DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. (ed.). **Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 34 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1169939>. Acesso em: 15 set. 2024.
- ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F. **Síndrome da morte do capim-brizantão no Acre: características, causas e soluções tecnológicas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2007. 43 p. (Embrapa Acre. Documentos, 105). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/507627>. Acesso em: 15 set. 2024.
- CARVALHO, S. L.; PITELLI, R. A. Levantamento e análise fitossociológica das principais espécies de plantas daninhas de pastagens da região de Selvíria (MS). **Planta Daninha**, v. 10, n. 1/2, p. 1-8, jan. 1992. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83581992000100001>.
- DIAS-FILHO, M. B.; LOPES, M. J. dos S. Processos e causas de degradação de pastagens na Amazônia. In: DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. (ed.). **Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 55-87.
- RIBEIRO FILHO, W. P. **Pastagem sustentável de A a Z**. Indaiatuba: Gráfica EME, 2018. 480 p.
- VALENTIM, J. F. Outras leguminosas forrageiras de importância econômica para a pecuária brasileira. In: FONSECA, D. M. da; MARTUSCELLO, J. A. (ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 402-458.
- VALENTIM, J. F.; AMARAL, E. F. do; MELO, A. W. F. **Zoneamento de risco edáfico atual e potencial de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 26 p. (Embrapa Acre. Boletim de pesquisa, 29). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/496712>. Acesso em: 15 set. 2024.
- WHALLEY, R. D. B.; HARDY, M. B. Measuring botanical composition of grasslands. In: MANNETJE, L. t; JONES, R. M. (ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 67-102.

Emissões entéricas de metano por bovinos de corte em pastagens consorciadas com amendoim forrageiro no bioma Amazônia

Andréia Gomes Cruz⁽¹⁾, Maykel Franklin Lima Sales⁽²⁾, Bruno Grossi Costa Homem⁽³⁾, Ramon Reis Menzel⁽¹⁾ e Douglas Ryan de Oliveria Lopes⁽¹⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Professor, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Resumo – Nos últimos anos, a concentração atmosférica do gás de efeito estufa CH_4 aumentou. Uma das formas de liberação desse gás é por meio da fermentação ruminal de bovinos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho e a emissão de metano por bovinos criados em pastagem exclusivamente de gramínea (capim-estrela) e em pastos de gramíneas consorciadas com uma espécie leguminosa, o amendoim forrageiro. O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Acre, durante o período seco de 2023, utilizando 20 novilhas da raça Nelore divididas em quatro grupos de cinco animais. Os grupos foram alocados em quatro piquetes de 1,00 ha cada um, sendo dois deles exclusivos de gramínea e dois com pasto consorciado. O desempenho animal foi avaliado por meio de pesagens periódicas a cada 28 dias, enquanto para a emissão de metano utilizou-se a técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF_6). Os resultados obtidos mostraram que a pastagem consorciada apresentou maior massa de forragem total, sem diferença para as massas de gramínea e de gramínea verde entre os tipos de pastagens. Os animais manejados nos pastos consorciados apresentaram maior desempenho produtivo e uma redução de quase três vezes na emissão de metano por quilograma de ganho de peso. Esses índices demonstram que o amendoim forrageiro contribui para a sustentabilidade da pecuária na Amazônia.

Termos para indexação: *Arachis pintoi*, desempenho animal, efeito estufa.

Enteric methane emissions from beef cattle in mixed pastures with forage peanut in the Amazon Biome

Abstract – In recent years, the atmospheric concentration of the greenhouse gas CH_4 has increased. One of the ways this gas is released is through ruminal fermentation in cattle. This study aimed to evaluate the performance and methane emissions of cattle raised in a pasture composed exclusively of grass (stargrass) and in mixed grass-legume pastures, specifically with forage peanut. The experiment was conducted at the Embrapa Acre experimental field, during the dry season of 2023, using 20 Nelore heifers divided into 4 groups of 5 animals. The groups were allocated to 4 paddocks of 1.00 ha each, with two paddocks containing only grass and two with mixed pasture. Animal performance was evaluated through periodic weighings every 28 days, while methane emissions were measured using the sulfur hexafluoride (SF_6) tracer gas technique. The results showed that the mixed pasture had greater total forage mass, with no differences in grass mass or green grass mass between pasture types. Animals managed in the mixed pastures demonstrated better productive performance and a reduction of nearly three times in methane emissions per kilogram of weight gain. These results indicate that forage peanut contributes to the sustainability of cattle farming in the Amazon.

Index terms: *Arachis pintoi*, animal performance, greenhouse effect.

Introdução

A concentração de metano, um dos principais gases de efeito estufa (GEEs), na atmosfera, aumentou 264,0% no ano de 2023 em comparação com os níveis de 1750 (World Meteorological Organization, 2023). A bovinocultura de corte contribui de forma significativa para a emissão desses gases, o que a torna uma das atividades mais criticadas por ambientalistas e órgãos responsáveis pelas mudanças climáticas no mundo. O metano é liberado pelos bovinos devido à fermentação que ocorre no rúmen, em que carboidratos celulósicos obtidos por meio da alimentação de volumosos são convertidos em ácidos graxos de cadeia curta por microrganismos que habitam o ambiente ruminal (Cottle et al., 2011).

Segundo Raposo et al. (2020), a adubação nitrogenada de pastagens reduz significativamente as emissões de CH_4 , por meio do aumento de N mineral no solo, o que favorece sua oxidação. Por outro lado, no uso de pastagens consorciadas com leguminosas forrageiras, que aportam significativas quantidades de N por meio da fixação biológica, é possível manter altos níveis de produtividade dispensando-se a fertilização nitrogenada, cuja produção implica alta emissão de gases de efeito estufa (GEEs).

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho e a emissão de metano por bovinos criados em pastagem exclusivamente de gramínea e em pastos de gramíneas consorciadas com amendoim forrageiro.

Material e métodos

O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Acre, no período de junho a setembro de 2023 (época de seca no estado e inverno no Hemisfério Sul). Foram utilizadas 20 novilhas da raça Nelore, divididas em quatro grupos de cinco animais, as quais foram alocadas em dois tratamentos (tipos de pasto) em quatro piquetes de 1,00 ha cada um, dos quais dois eram formados predominantemente com a gramínea estrela-africana-roxa (*Cynodon nlemfuensis*) – gramínea; e dois com a estrela-africana-roxa consorciada com o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cultivar BRS Oquira) – consórcio.

A avaliação da massa de forragem total foi realizada a cada 28 dias utilizando uma moldura de 0,25 m². A coleta foi realizada em seis pontos cortados a 5,00 cm de altura em relação ao solo, em cada piquete. As amostras provenientes

das pastagens consorciadas foram separadas inicialmente em massa de gramínea e massa de leguminosa. Em ambos os pastos, separações morfológicas foram realizadas em massa de gramínea verde e massa de material morto. Para avaliar o teor de matéria seca (MS), as amostras foram secas em uma estufa de circulação forçada a 55 °C por 72 horas.

Os animais foram pesados a cada 28 dias sem jejum prévio, sempre pelo início da manhã. O ganho médio diário (GMD) foi obtido pela diferença entre duas pesagens consecutivas, dividido pelo intervalo de tempo entre elas. Para quantificar as emissões de metano entérico, foi utilizada a técnica do traçador hexafluoreto de enxofre (SF_6) desenvolvida por Johnson e Johnson (1995). A coleta de metano foi realizada no período de 2 a 8 de agosto de 2023. As cápsulas foram calibradas até que a emissão de SF_6 se tornasse constante. Cada novilha foi equipada com cabresto, com um tubo capilar de aço inoxidável medindo 0,127 mm de diâmetro, responsável por conduzir o gás eructado até o reservatório de vácuo. As cangas tiveram a pressão interna inferior à pressão atmosférica, com aproximadamente -14,300 psi, sendo regulada por um sistema de gases com nitrogênio de alta pureza a uma pressão de aproximadamente 1,5 atmosfera. Juntamente com a coleta dos animais, foram utilizados dois conjuntos (canga + cabresto) em dois pontos distantes de toda área experimental, a fim de quantificar as emissões do ambiente (brancos) e subtrair do metano emitido pelo animal. As coletas foram realizadas durante 6 dias consecutivos, e as amostras coletadas a cada 24 horas. A emissão de CH_4 foi calculada por unidade de peso vivo e peso metabólico ($\text{PM} = \text{PC}^{0.75}$). Também foi relacionada às emissões diárias com o GMD.

As variáveis mensuradas foram ajustadas pelos modelos mistos utilizando o PROC MIXED do SAS (SAS Institute, Cary, NC). Tipo de pastagem foi considerado como efeito fixo. As médias foram comparadas pelo teste de T, a uma probabilidade de 10,0%.

Resultados e discussão

Os dados de características estruturais do dossel são descritos na Tabela 1. A pastagem com consórcio de capim-estrela com amendoim forrageiro teve maior massa de forragem total ($P = 0,062$). No entanto, não houve diferença para as massas de gramínea e de gramínea verde entre os tipos de pastagens ($P = 0,150$ e $P = 0,385$, respectivamente). Em média, as massas de gramínea e gramínea verde

foram de 3.407 e 2.018 kg ha⁻¹, respectivamente. No tratamento consorciado, a massa de amendoim foi de 495 kg ha⁻¹, correspondendo a 20,6% da composição botânica do dossel.

Os dados de desempenho animal e emissões de metano entérico são descritos na Tabela 2. Não houve diferença no peso médio das novilhas Nelore na estação do inverno ($P = 0,464$). No entanto, maior GMD das novilhas foi observado no tratamento consorciado (0,171 vs. -0,010 no tratamento pasto exclusivo de gramínea ($P = 0,023$)). Não foi observada diferença entre tratamentos para as emissões de CH₄ por animal, por ano e em função do peso corporal e metabólico ($P \geq 0,173$). Em média, as emissões diárias de CH₄ das novilhas foram 70,8 g dia⁻¹ e o fator de emissão

observado por animal foi de 25,8 kg de CH₄ ao ano. A pastagem de gramínea aumentou a intensidade de emissão de metano por GMD das novilhas em quase três vezes quando comparada às novilhas do pasto consorciado (1.214 vs. 443 g de CH₄ por quilograma de GMD, respectivamente). Dessa forma, a presença do amendoim forrageiro fez com que os animais tivessem uma menor intensidade de emissão por quilograma de GMD, como reportado no trabalho de Homem et al. (2024). A presença do amendoim forrageiro no tratamento consorciado aumentou a oferta de forragem e provavelmente o valor nutritivo da dieta dos animais, fazendo com que o desempenho das novilhas na pastagem consorciada fosse maior (Homem et al., 2021).

Tabela 1. Características estruturais do dossel de pastagens exclusivas de capim-estrela ou consorciadas de capim-estrela com amendoim forrageiro durante a estação seca de 2023.

Variável	Tipo de pastagens		EPM ⁽¹⁾	Valor-P
	Consórcio	Gramínea		
Massa de forragem total (kg ha ⁻¹)	4.426 a	2.883 b	706	0,062
Massa de gramínea (kg ha ⁻¹)	3.931	2.883	613	0,150
Massa de gramínea verde (kg ha ⁻¹)	2.363	1.673	443	0,385
Massa de leguminosa (kg ha ⁻¹)	495	—	134	—
Composição botânica (%)	20,6	—	1,3	—

⁽¹⁾ Erro padrão da média (EPM).

Traço (—): informação não aplicável.

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa pelo teste T a 10,0% de probabilidade.

Tabela 2. Desempenho animal e emissões de metano (CH₄) de novilhas Nelore mantidas em pastagens exclusivas de capim-estrela ou consorciadas de capim-estrela com amendoim forrageiro durante a estação seca de 2023.

Variável ⁽¹⁾	Tipo de pastagens		EPM ⁽²⁾	Valor-P
	Consórcio	Gramínea		
Peso corporal (kg)	190	170	16,1	0,464
GMD (kg dia ⁻¹)	0,171 a	-0,010 b	0,04	0,023
CH ₄ por animal (g dia ⁻¹)	75,2	66,4	2,9	0,173
CH ₄ por ano (kg/animal)	27,4	24,2	1,1	0,174
CH ₄ /GMD (g kg ⁻¹)	443 b	1214 a	199	<0,001
CH ₄ /PC (g kg ⁻¹)	0,399	0,391	0,027	0,846
CH ₄ /PM (g kg ⁻¹)	1,47	1,41	0,07	0,592

⁽¹⁾ Ganho médio diário (GMD), peso corporal (PC), peso metabólico (PM). ⁽²⁾ Erro padrão da média (EPM).

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa pelo teste T a 10,0% de probabilidade.

Conclusão

- 1) Pastagens de capim-estrela com amendoim forrageiro aumentam o desempenho animal na estação seca do ano com menor pegada de carbono, contribuindo para a sustentabilidade do bioma Amazônia.

Referências

- COTTLE, D. J.; NOLAN, J. V.; WIEDEMANN, S. G. Ruminant enteric methane mitigation: a review. **Animal Production Science**, v. 51, n. 6, p. 491-514, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1071/AN10163>.
- HOMEM, B. G. C.; LIMA, I. B. G.; SPASIANI, P. P.; BORGES, L. P. C.; BODDEY, R. M.; DUBEUX, J. C. B.; BERNARDES, T. F.; CASAGRANDE, D. R. Palisadegrass pastures with or without nitrogen or mixed with forage peanut grazed to a similar target canopy height. 2. Effects on animal performance, forage intake and digestion, and nitrogen metabolism. **Grass and Forage Science**, v. 76, n. 3, p. 413-426, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12533>.
- HOMEM, B. G. C.; BORGES, L. P. C.; LIMA, I. B. G.; GUIMARÃES, B. C.; SPASIANI, P. P.; FERREIRA, I. M.; MEO-FILHO, P.; BERNDT, A.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; CASAGRANDE, D. R. Forage peanut legume as a strategy for improving beef production without increasing livestock greenhouse gas emissions. **Animal**, v. 18, n. 5, p. 101-158, May 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101158>.
- JOHNSON, K. A.; JOHNSON, D. E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 8, p. 2483-2492, Aug. 1995. DOI: <https://doi.org/10.2527/1995.7382483x>.
- RAPOSO, E.; BRITO, L. F.; JANUSCKIEWICZ, E. R.; OLIVEIRA, L. F.; VERSUTI, J.; ASSUMPÇÃO, F. M.; CARDOSO, A. S.; SINISCALCHI, D.; DELEVATTI, L. M.; MALHEIROS, E. B.; REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C. Greenhouse gases emissions from tropical grasslands affected by nitrogen fertilizer management. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 6, p. 4666-4680, Nov./Dec. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.20385>.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **State of the global climate 2023**. Geneva, Switzerland: WMO, 2023. 2 p. (World Meteorological Organization, n. 1347).

**Trabalhos apresentados
na forma de pôster**

Montagem inicial do genoma de amendoim forrageiro

Jônatas Chagas de Oliveira⁽¹⁾, Giselle Mariano Lessa de Assis⁽²⁾, Tatiana de Campos⁽³⁾ e Marco Aurélio Caldas de Pinho Pessoa Filho⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Técnico de laboratório, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisadora, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. ⁽³⁾ Pesquisadora, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. ⁽⁴⁾ Pesquisador, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.

Resumo – O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. e W.C. Greg.) tornou-se conhecido por suas vantagens como cultura de cobertura verde, que incluem proteção contra erosão, aumento da retenção de umidade do solo e fixação biológica de nitrogênio. Seu uso em pastagens consorciadas com gramíneas tem contribuído para o ganho de peso e redução de até 7 meses no tempo de abate do gado. No entanto, a quantidade limitada de ferramentas moleculares para auxiliar no desenvolvimento de novas cultivares tem sido apontada como um gargalo significativo dentro do programa de melhoramento. Assim, o objetivo deste estudo foi a obtenção do rascunho do genoma de *A. pintoi*. O sequenciamento foi realizado com os equipamentos PacBio Sequel II e Revio. A montagem inicial foi construída com o programa Hifiasm. Posteriormente, os programas Blobtools e MitoHiFi foram empregados para detectar e eliminar sequências de contaminantes e organelas. A montagem final resultou em 428 fragmentos, com tamanho total de 1,5 Gpb. O valor de N50 foi 31,6 Mpb e o maior fragmento teve 106,8 Mpb. A análise de completude da montagem, utilizando o banco de dados embryophyta_odb10, mostrou 99,00% de genes ortólogos completos, com apenas 0,60% fragmentado e 0,40% ausente. A anotação de regiões repetitivas indicou que 78,25% do genoma consistia em repetições. Essa é a primeira montagem de genoma na seção *Caulorhizae* do gênero *Arachis*, o que contribuirá grandemente ao entendimento da diversidade genética e filogenia dentro do gênero, além de permitir o desenvolvimento e aplicação de tecnologias de genotipagem de última geração que darão suporte ao programa de melhoramento.

Termos para indexação: *Arachis pintoi*, sequenciamento de terceira geração, genômica, leguminosa forrageira, recursos genéticos.

Initial genome assembly of forage peanut

Abstract – Forage peanut (*Arachis pintoi* Krapov. and W.C. Greg.) has become known for its advantages as a green cover crop, including protection against erosion, increased soil moisture retention, and biological nitrogen fixation. Its use in pastures intercropped with grasses has contributed to weight gain and a reduction of up to seven months to cattle slaughter. However, the breeding program has identified the limited availability of molecular tools as a significant bottleneck in the development of new cultivars. Thus, this study aimed to obtain the draft genome of *A. pintoi*. Sequencing was performed with PacBio Sequel II and Revio. The initial assembly was constructed with the hifiasm program. Subsequently, Blobtools and MitoHiFi programs were used to detect and eliminate contaminants and organelle sequences. The final assembly yielded 428 fragments with a total size of 1.5 Gbp. The N50 value was 31.6 Mbp, and the largest fragment was 106.8 Mbp. Completeness analysis of the assembly using the embryophyta_odb10 database showed 99.00% complete orthologous genes, with only 0.60% fragmented and 0.40% missing. Annotation of repetitive regions indicated that 78.25% of the genome consisted of repeats. This is the first genome assembly in the *Caulorhizae* section of the genus *Arachis*, which will greatly contribute to the understanding of genetic diversity and phylogeny within the genus, in addition to allowing the development and application of next-generation genotyping technologies that will support the breeding program.

Index terms: *Arachis pintoi*, third-generation sequencing, genomics, forage legume, genomic resources.

Detecção precoce de híbridos de *Arachis pintoi* utilizando ferramentas da biologia molecular

Jônatas Chagas de Oliveira⁽¹⁾, Edson Gomes de Oliveira⁽²⁾, Giselle Mariano Lessa de Assis⁽³⁾ e Tatiana de Campos⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Técnico de laboratório, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Bolsista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Pesquisadora, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. ⁽⁴⁾ Pesquisadora, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

Resumo – O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) é uma leguminosa forrageira que possui atributos como fixação biológica de nitrogênio, contribuindo para a recuperação de áreas degradadas, aumento do ganho de peso dos animais e redução do tempo de abate. No processo de desenvolvimento de cultivares, duas etapas são cruciais: cruzamentos entre genótipos e identificação precoce dos híbridos. Assim, o objetivo deste estudo foi identificar híbridos de amendoim forrageiro oriundos de hibridação natural por meio de marcadores microssatélites. Foram coletadas e plantadas 1.744 sementes, das quais 512 (29,36%) germinaram. Análises com marcadores microssatélites revelaram 13 híbridos, resultando em taxa de cruzamento de 2,54%. O uso de marcadores microssatélites mostrou-se relevante por permitir a identificação precoce dos híbridos na população, separando-os das plantas oriundas de autofecundação, o que é crucial na base do Programa de Melhoramento Genético do Amendoim Forrageiro realizado na Embrapa Acre.

Termos para indexação: amendoim forrageiro, identificação molecular, melhoramento genético, SSR.

Early detection of *Arachis pintoi* hybrids using molecular biology tools

Abstract – Forage peanut (*Arachis pintoi*) is a forage legume that has attributes such as biological nitrogen fixation, contributing to the recovery of degraded areas, improving cattle gain and reducing slaughter time. In the cultivar development process, two stages are crucial: crossings between genotypes and the early identification of hybrids. Thus, the objective of this study was to identify forage peanut hybrids originating from natural crosses using microsatellite markers. A total of 1,744 seeds were collected and planted, of which 512 (29.36%) germinated. Analysis with microsatellite markers revealed 13 hybrids, resulting in a crossing rate of 2.54%. The use of microsatellite markers showed to be relevant as it allows the early identification of hybrids in the population, separating them from those that were self-fertilized, which is crucial at the basis of the forage peanut breeding program carried out at Embrapa Acre.

Index terms: forage peanut, genetic improvement, molecular identification, SSR.

Introdução

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. e W.C. Greg.) é uma leguminosa forrageira cuja utilização tem crescido nos últimos anos. Seu uso em pastagens consorciadas com gramíneas tem contribuído para aumento do ganho de peso dos animais, diminuição do tempo de abate, além da redução significativa de emissões de gases de efeito estufa (Homem et al., 2024). Adicionalmente, vem sendo utilizado como planta ornamental, como cobertura verde, na proteção contra erosão, na recuperação de áreas degradadas e no controle de ervas daninhas, tendo como vantagens a fixação biológica de nitrogênio e auxílio na manutenção da umidade do solo (Sousa et al., 2024). No estado do Acre, a adoção do amendoim forrageiro em pastagens consorciadas teve um impacto econômico positivo anual de cerca de R\$ 127,7 milhões (Embrapa, 2024).

Apesar disso, a quantidade de cultivares disponíveis ao produtor ainda é limitada, havendo demanda por genótipos que combinem a alta produtividade de sementes com a elevada produção de forragem. Uma das técnicas empregadas no desenvolvimento de novas cultivares é o cruzamento entre genótipos com características agrônomicas desejáveis, podendo ser utilizadas técnicas de cruzamento artificial ou natural. A taxa de sucesso da hibridação é usualmente baixa, sendo limitada por fatores como umidade, temperatura, genótipos utilizados, horário de polinização, receptividade do estigma, compatibilidade do pólen com o estigma e experiência do operador (Vishnuprabha et al., 2020). O uso da polinização natural possui como vantagens a redução do tempo e a não dependência de mão de obra especializada para realizar os procedimentos de polinização artificial (Coffelt, 1989).

Uma das dificuldades para a aplicação dos cruzamentos está na identificação dos híbridos com uso de marcadores morfológicos. Nesse sentido, o uso de marcadores moleculares tem contribuído na redução do tempo de desenvolvimento de novas cultivares, pois permite a identificação precoce de híbridos obtidos de cruzamentos intra e interespecíficos realizados no programa de melhoramento. Dentre as ferramentas moleculares, os marcadores microssatélites (SSR) são desejáveis para essa finalidade, pois apresentam elevado polimorfismo, natureza codominante, além de estarem amplamente distribuídos pelo genoma (Campos et al., 2016). Assim, o objetivo deste estudo foi identificar híbridos de amendoim

forrageiro oriundos de hibridação natural por meio de marcadores microssatélites.

Material e métodos

Foram utilizadas sementes resultantes de cruzamentos entre genótipos de amendoim forrageiro realizados nos anos de 2021 e 2022. As sementes foram contadas e armazenadas em sacos de papel no Laboratório de Biologia Molecular da Embrapa Acre. A quebra de dormência das sementes foi realizada em duas etapas: colocação em estufa com circulação forçada de ar com temperatura de 50 °C por 7 dias, seguida pela imersão em solução de Ethrel, preparada em uma proporção de 0,6 mL do produto comercial para 100,0 mL de água destilada, por 16 horas. As sementes foram plantadas em bandejas de isopor contendo solo não tratado, adubado, colocando apenas uma semente por célula. As bandejas, identificadas com dados da família do cruzamento, número do indivíduo e data de plantio, foram armazenadas em casa de vegetação e regadas regularmente (Figura 1).

Após a germinação das sementes, foram coletadas folhas jovens para extração de DNA e análises subsequentes. As etapas de extração, quantificação, diluição e amplificação de DNA por PCR, seguidas da genotipagem por eletroforese em gel de poliacrilamida, foram realizadas conforme Campos et al. (2016). Os *primers* para marcadores microssatélites utilizados na identificação dos híbridos foram desenvolvidos por Oliveira et al. (2023).

Resultados e discussão

Foram analisadas 32 famílias de cruzamentos realizados no ano de 2021 e três famílias de cruzamentos realizados em 2022, totalizando 1.360 e 384 sementes, respectivamente. Considerando a soma total dos dois lotes, foi realizada a quebra de dormência e semeadura de 1.744 sementes. Após o plantio, 387 (28,45%) sementes do lote de 2021 e 125 (32,55%) do lote de 2022 germinaram.

Ao utilizar um conjunto de dez microssatélites para analisar as 512 progêneses, foram identificados 12 híbridos pertencentes ao lote de 2021 e um ao lote de 2022, com uma taxa total de cruzamento de 2,54% (Figura 2). A taxa de híbridos observada neste estudo está dentro do reportado em cruzamentos naturais (de 0,00 a 80,00%) e artificiais (de 1,10 a 42,30%) no gênero *Arachis* (Coffelt, 1989; Oliveira et al., 2019; Vishnuprabha et al., 2020).



Figura 1. Plântulas obtidas para análise via marcadores microssatélites: bandeja de isopor com plântulas em diferentes estágios de desenvolvimento (A); exemplo de identificação da progênie plantada (B).

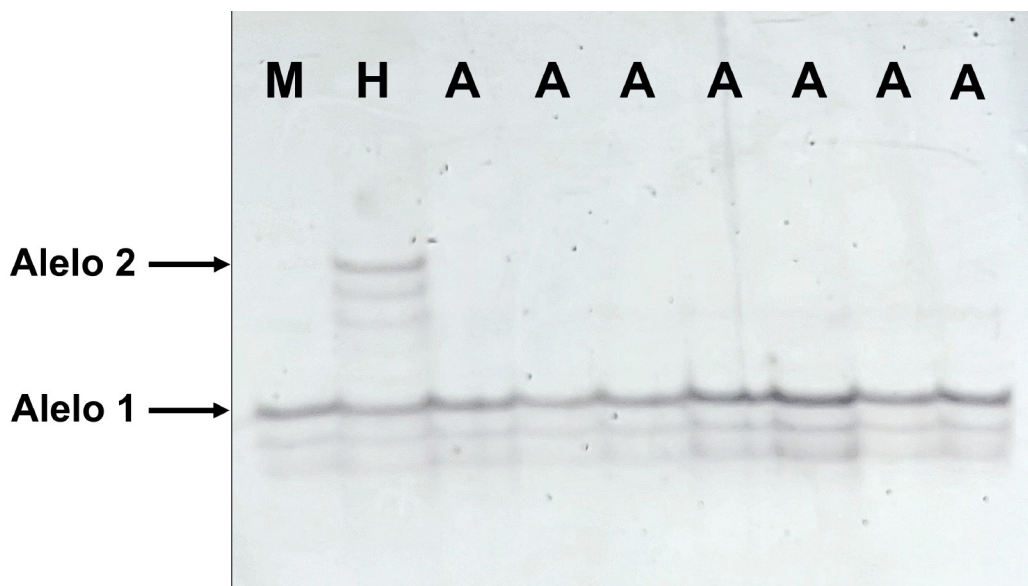


Figura 2. Perfil de bandas com o marcador microssatélite loco Ap(CT)114 na identificação de híbrido em população de progênes oriunda de cruzamento intraespecífico de *Arachis pintoi*: genitor feminino (M); indivíduo híbrido (H); indivíduos resultado de autofecundação (A).

A realização de cruzamentos artificiais é mais onerosa, pois sua taxa de sucesso pode ser afetada por uma série de variáveis que vão desde pessoal treinado até fatores bióticos e abióticos (Vishnuprabha et al., 2020). Por esse motivo, a realização de cruzamentos naturais tem sido apontada como uma alternativa mais interessante, pois reduz boa parte dos custos e da carga de trabalho envolvida no processo (Coffelt, 1989). Aliado a isso, o uso de ferramentas moleculares,

como os microssatélites, tem contribuído na identificação precoce dos híbridos, o que reduz o trabalho e os custos com manutenção de centenas de plantas de autofecundação indesejáveis.

Portanto, a aplicação dos marcadores microssatélites na identificação de híbridos mostrou-se necessária, contribuindo para o desenvolvimento de cultivares no Programa de Melhoramento Genético do Amendoim Forrageiro realizado na Embrapa Acre.

Conclusão

- 1) Os marcadores microssatélites permitem a identificação precoce e precisa de híbridos de amendoim forrageiro.

Agradecimentos

À Embrapa e à Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras (Unipasto) pelo aporte financeiro; e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa DTI a Edson Gomes de Oliveira.

Referências

- CAMPOS, T.; AZÊVEDO, H. S. F. S.; OLIVEIRA, J. C.; FERREIRA FILHO, J. A.; YOMURA, R. B. T.; SILVA, L. M. **Protocolo para identificação de híbridos de amendoim forrageiro utilizando marcador molecular microssatélite**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. 29 p. (Embrapa Acre. Documentos 146). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1064915>. Acesso em: 10 set. 2024.
- COFFELT, T. A. Natural crossing of peanut in Virginia. **Peanut Science**, v. 16, n. 1, p. 46-48, 1989. DOI: <https://doi.org/10.3146/i0095-3679-16-1-10>.
- EMBRAPA. **Balanco Social 2023**. Brasília, DF: Embrapa, 2024. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1163847>. Acesso em: 10 set. 2024.
- HOMEM, B. G. C.; BORGES, L. P. C.; LIMA, I. B. G.; GUIMARÃES, B. C.; SPASIANI, P. P.; FERREIRA, I. M.; MEO-FILHO, P.; BERNDT, A.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; CASAGRANDE, D. R. Forage peanut legume as a strategy for improving beef production without increasing livestock greenhouse gas emissions. **Animal**, v. 18, n. 5, p. 101-158, May 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101158>.
- OLIVEIRA, J. C.; RUFINO, P. B.; AZÊVEDO, H. S. F. S.; SOUSA, A. C. B.; ASSIS, G. M. L.; SILVA, L. M.; SEBBENN, A. M.; CAMPOS, T. Inferring mating system parameters in forage peanut, *Arachis pintoi*, for Brazilian Amazon conditions. **Acta Amazonica**, v. 49, n. 4, p. 277-282, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201900200>.
- OLIVEIRA, J. C.; SILVA, A. L. D.; SILVA, L. M.; FORMIGHIERI, E. F.; PETERS, L. P.; ASSIS, G. M. L.; SILVA, C. C.; SOUZA, A. P.; CAMPOS, T. Novel microsatellite markers derived from *Arachis pintoi* transcriptome sequencing for cross-species transferability and varietal identification. **Plant Molecular Biology Reporter**, v. 42, n. 1, p. 183-192, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11105-023-01402-9>.
- SOUSA, I. B.; GARCIA, R. O.; VALLS, J. F. M.; PACHECO, G.; MANSUR, E. *Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Greg. – a multifunctional legume. **Grass and Forage Science**, v. 79, n. 3, p. 343-352, Sept. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12674>.
- VISHNUPRABHA, R. S.; VISWANATHAN, P. L.; MANONMANI, S.; RAJENDRAN, L.; SELVAKUMAR, T. Studies on efficiency of artificial hybridization in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Electronic Journal of Plant Breeding**, v. 11, n. 1, p. 120-123, 2020. Disponível em: <https://www.ejplantbreeding.org/index.php/EJPB/article/view/3444>. Acesso em: 10 set. 2024.

Emissão de gases de efeito estufa do solo de floresta manejada no Acre

Kamilly Cavalcante Silva⁽¹⁾, Falberni de Souza Costa⁽²⁾, Adson Souza do Nascimento⁽¹⁾, Charles Rodrigues da Costa⁽³⁾ e Luis Cláudio de Oliveira⁽²⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisadores, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Analista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – As taxas de emissões de gases de efeito estufa (GEEs) do solo de floresta manejada no Acre não são conhecidas. O trabalho foi realizado para investigar a taxa de emissão de GEEs do solo da Floresta Estadual do Antimary (FEA), em Sena Madureira, estado do Acre. As coletas de ar do solo foram realizadas utilizando-se o método da câmara fechada, entre 8h e 11h dos dias 25, 26 e 27 de abril de 2023, nos tratamentos pátio, estrada florestal, trilha, clareira e floresta nativa, com quatro repetições de campo. As taxas das emissões de dióxido de carbono – CO_2 (ppm min^{-1}) – foram de 6 no pátio, 11 na estrada florestal, 18 na trilha, 14 na clareira e 20 na floresta nativa. Seguindo, respectivamente, a mesma ordem dos tratamentos, as taxas das emissões de metano – CH_4 (ppb min^{-1}) – foram de 0,6; 6,3; -5,0; -2,1 e -2,5, enquanto as taxas de emissões de óxido nitroso – N_2O (ppb min^{-1}) – foram de 0,1; 6,8; 1,3; 4,7 e 3,9. As maiores taxas de emissão de CO_2 ocorreram na trilha, clareira e floresta nativa, o que pode ser associado à maior atividade microbiológica em ambientes não perturbados pela ação do manejo, no caso da floresta nativa, ou perturbados somente nos anos de manejo (2005–2006) na trilha e clareira. O pátio e a estrada florestal apresentaram taxa média positiva de emissão de CH_4 (3,5 ppb min^{-1}), enquanto os demais locais avaliados apresentaram taxa média negativa (-3,2 ppb min^{-1}). A estrada florestal apresentou a maior taxa de emissão de N_2O (6,8 ppb min^{-1}). A menor emissão de N_2O (0,1 ppb min^{-1}) foi no pátio, associada ao alto grau de compactação do solo nesse tratamento, além do seu esperado baixo teor de nitrogênio.

Termos para indexação: Amazônia, mudança climática, manejo florestal.

Soil greenhouse gases emission from managed forest in Acre

Abstract – The rates of soil greenhouse gas (GHG) emissions from managed forest in Acre are unknown. The work was carried out in the Antimary State Forest (FEA), in the municipality of Sena Madureira, state of Acre to investigate the emission rate of GHG from soil. Soil air samples were collected between 8 and 11 a.m. from April 25, 26 and 27, 2023, in the log dump, forest road, trail, clearing and native forest treatments, with four field replications. The closed chamber method was used. CO_2 (ppm min^{-1}) emission rates were 6 in the log dump, 11 on the forest road, 18 on the trail, 14 in the clearing and 20 in the native forest. Following the order of the treatments respectively, the CH_4 emissions (ppb min^{-1}) were 0.6; 6.3; 5.0; 2.1 and 2.5, while N_2O emissions (ppb min^{-1}) were 0.1; 6.8; 1.3; 4.7 and 3.9. The highest CO_2 emission rates occurred in the trail, clearing and native forest, which may be associated with the greater microbiological activity in environments undisturbed by forest management, in the case of the native forest, or disturbed only in the years of forest management (2005–2006) in trail and clearing. The log dump and forest road had a positive average CH_4 emission rate (3.5 ppb min^{-1}), while the other sites evaluated had a negative rate (-3.2 ppb min^{-1}). The forest road had the highest N_2O emission rate (6.8 ppb min^{-1}). The lowest N_2O emission (0.1 ppb min^{-1}) was in the log dump, associated with the high degree of soil compaction in this location, as well as its expected low nitrogen content.

Index terms: Amazonia, climate change, forest management.

Avaliação dos limites de segurança de curcumina na farinha de mandioca no Acre

Virgínia de Souza Álvares, Joana Maria Leite de Souza, Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos e Cleísa Brasil da Cunha Cartaxo

Pesquisadores, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – No estado do Acre, a farinha de mandioca é comumente produzida com adição de açafrão-da-terra em pó, visando proporcionar uma coloração mais amarela por meio do pigmento predominante, que é a curcumina. Esse composto é reconhecido como seguro, mas é importante considerar os limites máximos recomendados. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estimar a quantidade de curcumina ingerida, de forma indireta, por meio da farinha de mandioca produzida e consumida na Regional do Juruá, Acre, e verificar sua relação com os limites recomendáveis. Realizou-se uma estimativa da quantidade de açafrão-da-terra utilizada na farinha de mandioca, baseada em diagnóstico anterior com 54 produtores e, a partir daí, estimou-se a quantidade média consumida de curcumina. Para isso, com base em dados obtidos na literatura, foi definido o consumo médio per capita de açafrão e curcumina pela população local, sendo comparado com o limite de ingestão diária recomendado. A quantidade estimada de açafrão-da-terra e de curcumina consumida pela população local, de forma indireta por meio da ingestão de farinha de mandioca, variou de 3,80 a 950,00 mg por pessoa e de 0,18 a 45,60 mg por pessoa, respectivamente. Os valores observados estão dentro dos padrões aceitáveis de ingestão diária desse composto. O consumo da farinha de mandioca amarela produzida de forma artesanal por agricultores da Regional do Juruá, Acre, é seguro quanto ao nível diário de curcumina recomendado.

Termos para indexação: *Curcuma longa*, antioxidantes, farinha de mandioca amarela, Regional do Juruá.

Assessment of the safety limits of curcumin in cassava flour in Acre

Abstract – In the state of Acre, cassava flour is commonly produced with the addition of turmeric powder, aiming to provide a more yellow color through the predominant pigment present, curcumin. This compound is recognized as safe, but it is important to consider the recommended maximum limits. Therefore, the objective of this work was to estimate the amount of curcumin consumed, indirectly, through cassava flour consumed in the Juruá Region, Acre, and verify its relationship with the recommended limits. An estimate of the amount of turmeric used in cassava flour was made, based on a previous diagnosis with 54 producers and, from there, the average amount of curcumin consumed was estimated. For this, based on literature, the average per capita consumption of turmeric and curcumin by the local population was defined, which was compared with the recommended daily intake limit. The estimated amount of turmeric and curcumin consumed by the local population, indirectly through the ingestion of cassava flour, ranged from 3.80 to 950.00 mg.person⁻¹ and from 0.18 to 45.60 mg.person⁻¹, respectively. This last range is within the acceptable daily intake standards for this compound. The consumption of cassava flour produced by hand by farmers in the Juruá Region, Acre, is considered safe in relation to the recommended daily level of curcumin.

Index terms: *Curcuma longa*, antioxidants, yellow cassava flour, Juruá Region.

Introdução

Na Regional do Juruá, estado do Acre, a farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é comumente fabricada com adição de açafrão-da-terra (*Curcuma longa*), mais conhecido como cúrcuma. Essa prática é realizada pelos agricultores familiares locais, no intuito de obter uma coloração mais amarela no produto.

A adição de açafrão-da-terra durante a fabricação da farinha é permitida pela Anvisa, desde que atenda aos padrões de qualidade e que o açafrão seja produzido por meio da desidratação e moagem dos rizomas ainda na propriedade, processo que lhe confere a categoria de especiaria (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2018, 2022). O termo especiaria, definido como material seco vegetal, normalmente é acrescentado ao alimento para melhorar o sabor e aroma. A coloração amarelo-alaranjada característica dos rizomas é atribuída, principalmente, à curcumina. Seu poder de coloração é usualmente avaliado pelo teor de curcumina presente na cúrcuma, entre 3,00–4,00%, dependendo da variedade cultivada (Fontes, 2018).

A curcumina é considerada um composto “geralmente reconhecido como seguro (GRAS)” pela Food and Drug Administration (FDA), sem efeito tóxico (Kocaadam; Sanlier, 2017), mas é importante considerar os seus limites máximos aceitáveis pelas autoridades. Além disso, é preciso conhecer a quantidade de curcumina ingerida pela população local, tendo em vista que a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (European Food Safety Authority, 2014) estima que em alguns países europeus a ingestão máxima para crianças de 1 a 10 anos pode estar acima da ingestão diária admissível (IDA).

A curcumina é amplamente utilizada para colorir muitos alimentos. O Comitê Conjunto de Peritos em Aditivos Alimentares (JECFA) da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) estabelece que os níveis de uso dependem da categoria do alimento (Stankovic, 2004). Além disso, a ingestão diária admissível (IDA) apresentada é referente ao aditivo curcumina (INS 100 (i) ou E100), conceituado como o produto obtido pela extração da cúrcuma com solvente, preparado pela purificação do extrato da cúrcuma por cristalização. Não foram encontrados limites de uso para a especiaria obtida a partir de rizomas de *C. longa*.

A curcumina é um polifenol hidrofóbico pertencente à classe dos curcuminoides (Manolova et al., 2014). É um pigmento solúvel em óleo e praticamente insolúvel em água. Apresenta

estabilidade relativa ao calor e, por isso, pode ser usado em alimentos tratados termicamente e secos. Contudo, é instável em condições alcalinas e na presença de luz (Stankovic, 2004). Juntamente com a desmetoxicurcumina e bisdesmetoxicurcumina, compõem a classe de substâncias chamadas de curcuminoides presentes no extrato do rizoma da cúrcuma (Freitas, 2022).

É um componente que vem sendo estudado há muito tempo para fins terapêuticos, sendo relatado com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, anticarcinogênicas, antimicrobianas, hepatoprotetoras, trombossupressoras, dentre outras (Goel et al., 2008).

Considerando que não existem informações sobre os limites seguros de uso do açafrão-da-terra na farinha de mandioca amarela, faz-se necessário conhecer a quantidade utilizada dessa especiaria na produção da farinha local. Portanto, o objetivo deste trabalho foi estimar a quantidade de curcumina consumida, de forma indireta, por meio da ingestão de farinha de mandioca produzida e consumida na Regional do Juruá, Acre, e verificar sua relação com os limites aceitáveis descritos na literatura.

Material e métodos

O conteúdo de curcumina na farinha de mandioca foi estimado com base na quantidade média de açafrão utilizada pelos agricultores do município de Cruzeiro do Sul, no estado do Acre, bem como em dados da literatura relacionados com o conteúdo médio de curcumina no açafrão-da-terra, além do consumo médio per capita de farinha de mandioca da população do Norte do Brasil e o limite de ingestão diária aceitável (IDA) de curcumina.

Para a estimativa, utilizou-se a quantidade média de açafrão-da-terra em pó obtida por Braga et al. (2022). Em entrevistas com 54 agricultores e produtores de farinha de mandioca do município de Cruzeiro do Sul, Acre, esses autores obtiveram as quantidades adicionadas dessa especiaria na fabricação da farinha de mandioca, que oscilou de 0,01 a 2,50%, e relataram que as concentrações mais utilizadas pelos agricultores entrevistados foram de 0,04; 0,10; 0,07 e 0,15 g de açafrão por 100,00 g de farinha. Além dessas, foi incluída no trabalho a concentração de 0,05 g de açafrão por 100,00 g de farinha por ter sido recomendada para a região, em virtude da maior preferência dos consumidores tanto de Rio Branco, capital do Acre, quanto do município de Cruzeiro do Sul, na Regional do Juruá (Álvares et al., 2023, 2024).

Para a estimativa da quantidade de açafrão-da-terra consumida pela população local, utilizou-se a Pesquisa de Orçamentos Familiares do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), para os anos de 2017–2018, que considera um consumo médio de farinha de mandioca na região Norte do Brasil, por habitante, de 38,00 g dia⁻¹. A partir dessa informação, foi estimada a quantidade de açafrão-da-terra consumida pela população local, por meio da Equação 1:

$$A = [(C \times 38,00)/100,00] \times 1.000 \quad (1)$$

em que

A = quantidade estimada de açafrão-da-terra ingerida pela população local, per capita, de forma indireta pelo consumo de farinha de mandioca (mg).

C = quantidade de açafrão-da-terra (g) utilizada na fabricação de farinha de mandioca (por 100 gramas).

Para a estimativa da quantidade média de curcumina contida na porção de farinha de mandioca consumida pela população local, foi utilizado o valor médio citado pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2020), de 4,80 g de curcumina por 100,00 g de açafrão-da-terra. Para isso, seguiu-se a Equação 2:

$$B = (4,80 \times A)/100,00 \quad (2)$$

B = quantidade média estimada de curcumina ingerida pela população local, per capita, de forma indireta pelo consumo de farinha de mandioca (mg).

A = quantidade estimada de açafrão-da-terra ingerida pela população local, per capita, de forma indireta pelo consumo de farinha de mandioca (mg), calculada pela Equação 1.

A partir das Equações 1 e 2 foi possível estimar a quantidade de curcumina consumida por meio da farinha de mandioca amarela e comparar com a ingestão diária admissível (IDA), que é de 0,00–3,00 mg kg⁻¹ de peso corporal, de acordo com os relatórios do Comitê Conjunto de Peritos em Aditivos Alimentares das Nações Unidas e da Organização Mundial de Saúde (Stankovic, 2004) e da Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (European Food Safety Authority, 2014).

Resultados e discussão

A quantidade estimada de açafrão-da-terra ingerida pela população do município de Cruzeiro do Sul, Acre, de forma indireta pelo consumo de farinha de mandioca, por pessoa, variou de 3,80 a 950,00 mg dia⁻¹ (Tabela 1). Já a quantidade média estimada de curcumina consumida, por pessoa, variou de 0,18 a 45,60 mg dia⁻¹.

Tabela 1. Estimativa da quantidade de açafrão-da-terra e de curcumina consumida, per capita, de forma indireta por meio da ingestão de farinha de mandioca em Cruzeiro do Sul, Acre.

Identificação	Concentração de açafrão-da-terra (g) por 100,00 g de farinha	Consumo estimado de açafrão-da-terra por pessoa (mg)	Consumo estimado de curcumina por pessoa (mg)
Quantidade mínima utilizada de açafrão na farinha	0,01	3,80	0,18
Concentração mais utilizada pelos agricultores locais	0,04	15,20	0,73
Concentração recomendada pela Embrapa	0,05	19,00	0,91
3ª concentração mais utilizada pelos agricultores locais	0,07	26,60	1,28
2ª concentração mais utilizada pelos agricultores locais	0,10	38,00	1,82
Quantidade máxima utilizada pelos agricultores locais	2,50	950,00	45,60

Mesmo considerando a quantidade máxima de açafrão-da-terra de 2,50 g por 100,00 g de farinha, o consumo de farinha de mandioca amarela pode ser considerado seguro em relação à ingestão diária admissível (IDA) de curcumina, que é de 0,00–3,00 mg kg⁻¹ de peso corporal (Stankovic, 2004; European Food Safety Authority, 2014), para um indivíduo de 60,00 kg.

A adição de 2,50 g de açafrão-da-terra por 100,00 g de farinha, praticamente, não é utilizada pelos agricultores na fabricação de farinha de mandioca. Além disso, Álvares et al. (2024) demonstraram que um aumento na concentração de açafrão proporciona farinhas mais ácidas e com menor aceitação da população. Infere-se que tal rejeição pode estar relacionada ao sabor picante e ligeiramente amargo do açafrão-da-terra (Naghetini, 2006), fazendo com que a farinha seja produzida com concentrações menores dessa especiaria. Ademais, uma quantidade excessiva de açafrão na farinha de mandioca pode prejudicar a sua classificação por elevar o teor de cinzas do produto (Álvares et al., 2015).

Ressalta-se que para o consumo ser considerado seguro, cuidados devem ser tomados em relação às elevadas concentrações de açafrão-da-terra na farinha de mandioca, para indivíduos de menor peso corporal. Por exemplo, em um indivíduo com peso médio corporal de 15,00 kg, que corresponde a uma criança entre 3–4 anos de idade, em média, a IDA de curcumina cairia para 45,00 mg, valor ultrapassado pela simulação com a farinha contendo 2,50 g de açafrão por 100,00 g de farinha.

Na concentração mais utilizada pelos agricultores da região, 0,04 g de açafrão por 100,00 g de farinha, bem como na concentração recomendada para uso, 0,05 g de açafrão por 100,00 g de farinha, as quantidades de curcumina estimadas no consumo diário, por pessoa, são de 0,73 e 0,91 mg, respectivamente. Esses valores podem ser considerados seguros, tanto para crianças, quanto para um adulto com peso corporal de 60,00 kg.

Contudo, deve-se levar em conta que esses resultados são estimativas baseadas na composição média de curcumina no açafrão descritas na literatura, sendo necessário quantificar o conteúdo real desse componente na farinha de mandioca produzida na região. Além disso, a composição química nos rizomas da cúrcuma pode variar em virtude de fatores como cultivo, tipo de plantio, tipo de solo, clima, adubação, disponibilidade hídrica,

época de colheita, entre outros (Cecílio Filho et al., 2000).

Um considerável número de estudos explora a questão da segurança do açafrão e da curcumina. Esses estudos foram conduzidos em culturas de células animais e alguns deles foram feitos em pessoas e pacientes saudáveis. Os estudos indicam que o pó padronizado, o extrato de cúrcuma e a curcumina não são tóxicos para uso humano, mesmo em altas doses, sendo também mencionada sua baixa absorção no sistema gastrointestinal, o que vem sendo estudado pela possibilidade do uso de nanoformulações (Soleimani et al., 2018). Em relação à dose máxima tolerada para toxicidade, até o momento nenhum valor foi definido (Rahmani et al., 2018). Estudos mostram que é bastante seguro o uso da curcumina, mesmo em elevadas doses, de até 12,00 g dia⁻¹ em humanos (Lao et al., 2006). Alguns efeitos colaterais leves podem ser encontrados em uma pequena parcela dos indivíduos testados com doses elevadas, sem apresentar efeitos tóxicos importantes, como hipertensão, taquicardia e vermelhidão na língua (Nakagawa et al., 2014), coceira, constipação, vertigem, ondas de calor e náuseas (Chuengsamarn et al., 2012, 2014), dor de estômago e flatulência (Lopresti et al., 2014), dentre outros.

Trabalhos com ingestão de cúrcuma fermentada também não apresentaram toxicidade para humanos, na dose de 4,00 g dia⁻¹ (contendo 0,79 mg de curcumina por grama), por via oral, durante 12 semanas (Kim et al., 2013).

Outro ponto a ser observado é a forma como o açafrão é utilizado para dar cor à farinha. Braga et al. (2022) relataram que o açafrão é utilizado em misturas com água, fécula ou na forma de pó adicionadas no momento da trituração. Após esse processo, a farinha passará por outras etapas e, em seguida, será torrada, podendo o açafrão ser degradado em função do tempo e temperatura utilizados.

Assim, devido ao custo relativamente baixo e forma de aplicação predominante do açafrão-da-terra na farinha de mandioca em Cruzeiro do Sul, essa prática é positiva para os consumidores, conforme citado por Hu et al. (2018), que consideraram uma perspectiva estimulante para seu uso terapêutico ou como coadjuvante no tratamento de doenças (por exemplo, doença hepática biliar), mesmo em longo prazo.

Conclusões

- 1) A forma de aplicação de açafrão-da-terra durante a fabricação de farinha de mandioca pelos agricultores da Regional do Juruá, Acre, parece não ser suficiente para ocasionar intoxicações por curcumina aos consumidores desse alimento.
- 2) O consumo da conhecida “farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul” produzida na Regional do Juruá, Acre, é considerado seguro em relação ao nível diário de ingestão admissível de curcumina e estimado para consumo.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Nota técnica nº 38/2018/SEI/GEARE/GGALI/DIARE/ANVISA. **Esclarecimentos sobre o uso de cúrcuma ou curcumina em farinha de mandioca**. Brasília, DF: Anvisa, 2018. (ANVISA. Nota técnica, 38).
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Instrução Normativa nº 159, de 1 de julho de 2022. Listas das partes de espécies vegetais autorizadas para o preparo de chás e para o uso como especiarias. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 225, 6 jul. 2022. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao/#/visualizar/487518>. Acesso em: 6 set. 2024.
- ÁLVARES, S. A.; SILVA, R. S.; CUNHA, C. R.; FELISBERTO, F. A. V.; CAMPOS FILHO, M. D. Efeito de diferentes concentrações de corante natural de açafrão-da-terra na composição da farinha de mandioca artesanal. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 256-262, 2015. Disponível em: <https://revistacaatinga.com.br/caatinga/article/view/2881>. Acesso em: 6 set. 2024.
- ÁLVARES, S. A.; SOUZA, J. M. L. de; LAMBERTUCCI, D. M. **Recomendações para a produção de farinha de mandioca artesanal com açafrão-da-terra**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2023. 33 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 82). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1158786>. Acesso em: 6 set. 2024.
- ÁLVARES, S. A.; REIS, R. C.; SOUZA, J. M. L. de; LAMBERTUCCI, D. M.; SANTIAGO, A. C. C. Ideal concentration of turmeric to be added to artisanal cassava flour according to consumer preference. **Food Science Technology**, n. 44, e00190, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5327/fst.00190%20>.
- BRAGA, J. K. A.; ÁLVARES, V. S.; LAMBERTUCCI, D. M.; SENA, J. P. S.; SENA, A. P. S.; SOUZA, J. M. L. de. Prospecção da produção e uso do açafrão-da-terra pelos produtores de farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul, Acre. In: SEMINÁRIO DA EMBRAPA ACRE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 4., 2021, Rio Branco, AC. **Atividades agropecuária e florestal para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**: anais [...]. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022. p. 71-79. Apresentação oral. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1145953>. Acesso em: 6 set. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Informações sistematizadas da relação nacional de plantas medicinais de interesse ao SUS: *Curcuma longa* L.**, Zingiberaceae – açafrão-da-terra. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2020. 182 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/informacoes_sistematizadas_relacao_curcuma_longa.pdf. Acesso em: 7 ago. 2024.
- CECÍLIO FILHO, A. B.; SOUZA, R. J.; BRAZ, L. T.; TAVARES, M. Cúrcuma: planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 171-177, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000100028>.
- CHUENG SAMARN, S.; RATTANAMONGKOLGUL, S.; LUECHAPUDIPORN, R.; PHISALAPHONG, C.; JIRAWATNOTAI, S. Curcumin extract for prevention of type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v. 35, n. 11, p. 2121-2127, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2337/dc12-0116>.
- CHUENG SAMARN, S.; RATTANAMONGKOLGUL, S.; PHONRAT, B.; TUNGTRONGCHITR, R.; JIRAWATNOTAI, S. Reduction of atherogenic risk in patients with type 2 diabetes by curcuminoid extract: a randomized controlled trial. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 25, n. 2, p. 144-150, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2013.09.013>.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Refined exposure assessment for curcumin (E 100). **EFSA Journal**, v. 12, n. 10, p. 3876, 2014. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3876>.
- FONTES, S. M. S. ***Curcuma longa* L.**: caracterização química e estudo da capacidade antioxidante. 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas. DOI: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2018.1060293>.
- FREITAS, A. **Análise de curcumina em farinha de mandioca adicionada de cúrcuma**. 2022. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/66580>. Acesso em: 4 set. 2024.
- GOEL, A.; KUNNUMAKKARA, A. B.; AGGARWAL, B. B. Curcumin as “*Curecumin*”: from kitchen to clinic. **Biochem Pharmacology**, v. 75, n. 4, p. 787-809, Feb. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2007.08.016>.

HU, R. W.; CAREY, E. J.; LINDOR, K. D.; TABIBIAN, J. H. Curcumin in hepatobiliary disease: pharmacotherapeutic properties and emerging potential clinical applications.

Annals of Hepatology, v. 16, n. 6, p. 835-841, 2018.

Disponível em: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=77781>. Acesso em: 6 set. 2024.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018:**

análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 120 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101670>. Acesso em: 6 set. 2024.

KIM, S. W.; HA, K. C.; CHOI, E. K.; JUNG, S. Y.; KIM, M. G.; KWON, D. Y.; YANG, H. J.; KIM, M. J.; KANG, H. J.; BACK, H. I.; KIM, S. Y.; PARK, S. H.; BAEK, H. Y.; KIM, Y. J.; LEE, J. Y.; CHAE, S. W. The effectiveness of fermented turmeric powder in subjects with elevated alanine transaminase levels: a randomised controlled study. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 13, n. 58, p. 1-8, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-58>.

KOCAADAM, B.; SANLIER, N. Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 13, p. 2889-2895, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1077195>.

LAO, C. D.; RUFFIN, M. T.; NORMOLLE, D.; HEATH, D. D.; MURRAY, S. I.; BAILEY, J. M.; BOGGS, M. E.; CROWELL, J.; ROCK, C. L.; BRENNER, D. E. Dose escalation of a curcuminoid formulation. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 6, n. 10, p. 1-4, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1186/1472-6882-6-10>.

LOPRESTI, A. L.; MAES, M.; MAKER, G. L.; HOOD, S. D.; DRUMMOND, P. D. Curcumin for the treatment of major depression: a randomised, double-blind, placebo controlled study. **Journal of Affective Disorders**, v. 167, p. 368-375, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2014.06.001>.

MANOLOVA, Y.; DENEVA, V.; ANTONOV, L.; DRAKALSKA, E.; MOMKOVA, D.; LAMBOV, N. The effect of the water on the curcumin tautomerism: a quantitative approach. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 132, p. 815-820, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2014.05.096>.

NAGHETINI, C. C. **Caracterização físico-química e atividade antifúngica dos óleos essenciais da cúrcuma**. 2006. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MBSA-6W7GYR>. Acesso em: 7 ago. 2024.

NAKAGAWA, Y.; MUKAI, S.; YAMADA, S.; MATSUOKA, M.; TARUMI, E.; HASHIMOTO, T.; TAMURA, C.; IMAIZUMI, A.; NISHIHARA, J.; NAKAMURA, T. Short-term effects of highly-bioavailable curcumin for treating knee osteoarthritis: a randomized, double-blind, placebo-controlled prospective study. **Journal of Orthopaedic Science**, v. 19, n. 6, p. 933-939, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00776-014-0633-0>.

RAHMANI, A. H.; ALSAHLI, M. A.; ALY, S. M.; KHAN, M. A.; ALDEBASI, Y. H. Role of curcumin in disease prevention and treatment. **Advanced Biomedical Research**, v. 7, n. 1, p. 38, 2018. DOI: 10.4103/abr.abr_147_16.

SOLEIMANI, V.; SAHEBKAR, A.; HOSSEINZADEH, H. Turmeric (*Curcuma longa*) and its major constituent (curcumin) as nontoxic and safe substances. **Phytotherapy Research**, v. 32, n. 6, p. 985-995, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.6054>.

STANKOVIC, I. Curcumin. In: JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA) MEETING - CHEMICAL AND TECHNICAL ASSESSMENT (CTA), 61., 2003, Rome. **Meeting [...]**. Rome: FAO, 2004. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/25fb60b8-3481-4a7e-ba05-a611af0bf17f>. Acesso em: 5 ago 2024.

Avaliação nutricional e microbiológica de farinhas de mandioca temperadas produzidas no Acre

Maria Eduarda Leite Cordeiro⁽¹⁾, Joana Maria Leite de Souza⁽²⁾, Virgínia de Souza Álvares⁽²⁾, Matheus Matos do Nascimento⁽³⁾ e Aline Lima de Melo⁽¹⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisadoras, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Estudante de doutorado, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – Farinha temperada pode ser feita com qualquer tipo de farinha dependendo da preferência local. Para serem lançadas no mercado, as farinhas temperadas necessitam de estudos. Existem farinhas temperadas com carne bovina e suína, mas não com ervas, especiarias e gengibre. Este trabalho teve como objetivo avaliar farinhas de mandioca do grupo seca temperadas com pimenta, gengibre e ervas quanto aos aspectos nutricionais e microbiológicos. A farinha foi obtida em Cruzeiro do Sul, AC, e os ingredientes em Rio Branco, AC. Foram elaborados dois tipos de farinhas temperadas: com pimenta e gengibre com manjerição. As farinhas temperadas foram acondicionadas em embalagens de polipropileno aluminizado (PP) e poliéster metalizado (MPET) e avaliadas nos tempos 0 e 120 dias quanto às características físico-químicas, microbiológicas e nutricionais. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Os resultados obtidos demonstram que existem diferenças significativas para os teores de cinzas, proteína bruta, lipídios e carboidratos. O teor de cinzas estava de acordo com a legislação. As amostras foram classificadas como de acidez alta. As farinhas temperadas analisadas mantiveram-se estáveis no armazenamento por 120 dias. A embalagem de polipropileno aluminizado (PP) ofereceu maior proteção durante o armazenamento. Do ponto de vista nutricional, as farinhas temperadas encontravam-se de acordo com a legislação quanto aos valores diários recomendados.

Termos para indexação: nutrição, agricultura familiar, qualidade, agregação de valor, saudabilidade, Indicação Geográfica.

Nutritional and microbiological evaluations of seasoned cassava flours produced in Acre

Abstract – Seasoned flour can be made with any type of flour depending on local preferences. In order for seasoned flours to be launched into the market, studies are necessary. There are seasoned flours with beef and pork, but not with herbs, spices, and ginger. This study aimed to evaluate cassava flours from the dry group seasoned with peppers, ginger, and herbs regarding their nutritional and microbiological aspects. The flour was obtained in Cruzeiro do Sul, AC and the ingredients were sourced from Rio Branco, AC. Two types of seasoned flours were developed: one with peppers and ginger and another with basil. The seasoned flours were packaged in aluminum polypropylene (PP) and metallized polyester (MPET) packaging and evaluated at 0 and 120 days for their physicochemical, microbiological, and nutritional characteristics. The experimental design used was completely randomized (CRD). The results obtained demonstrated significant differences in the contents of ash, crude protein, lipids, and carbohydrates; the ash content was in accordance with the legislation. The samples were classified as having high acidity. The analyzed seasoned flours remained stable during storage for 120 days. The aluminum polypropylene (PP) packaging provided greater protection during storage. From a nutritional standpoint, the seasoned flours met the legislation regarding the recommended daily values.

Index terms: nutrition, family agriculture, quality, value addition, healthiness, Geographical Indication.

Introdução

A farinha de mandioca é considerada a base alimentar na maioria dos estados brasileiros onde é consumida em complemento a carnes de caça, peixes frescos ou salgados (Cereda, 2005; Dias; Leonel, 2006). Na região conhecida como Vale do Juruá, no estado do Acre, é um produto valorizado pela uniformidade, crocância, elevada produção e importância. Possui relevância na culinária do Norte e Nordeste, sob a forma de pirão, farofa, farinha seca, pura, tutu de feijão, bolos, entre outros. A farinha apresenta teor calórico elevado, próximo de 350 calorias por 100,00 gramas, além de concentração de fibras de boa qualidade, rica em amido e minerais como potássio, cálcio, fósforo, sódio e ferro (Cereda, 2005; Dias; Leonel, 2006). Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011), a farinha de mandioca apresenta em sua composição centesimal 89,20% de carboidratos, 8,30% de umidade, 1,20% de proteína, 0,30% de lipídios, 6,50% de fibra alimentar e 1,00% de cinzas.

A definição de farofa inexistente em trabalhos científicos, no entanto, apesar de generalista, de acordo com Vilpoux (2003), a farofa é uma farinha temperada e pode ser feita com qualquer tipo de farinha de mandioca, dependendo da preferência local.

O mercado interno consome, praticamente, toda a produção de raízes de mandioca, na forma tradicional de farinha de mesa. Objetivando a elaboração de farinhas diferenciadas e de maior valor agregado, existem diversas alternativas de incorporação de ingredientes (sal, pimenta, cebola, alho, gengibre), possibilitando a ampliação e conquista de novos espaços no mercado. Adição de

ingredientes, no entanto, modifica as características físicas e químicas das farinhas, principalmente, em relação à higroscopicidade, podendo influenciar na sua conservação e vida de prateleira. Além disso, essa incorporação traz questões relacionadas ao tipo de embalagem mais adequada ao seu acondicionamento (Santos et al., 2004). Há farofas temperadas no mercado com carne bovina e suína, mas não existiam com ervas, especiarias e gengibre, sendo, assim, alvo do estudo deste trabalho.

Este trabalho teve como finalidade caracterizar farinhas de mandioca do grupo seca temperadas com pimenta, gengibre e ervas, quanto aos aspectos nutricionais e microbiológicos, objetivando oferecer alternativas de agregação de valor à farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul.

Material e métodos

As farinhas de mandioca do grupo seca foram adquiridas em uma cooperativa de agricultores, localizada no município de Cruzeiro do Sul, estado do Acre. Os condimentos foram adquiridos em estabelecimentos comerciais nas cidades de Rio Branco e/ou Cruzeiro do Sul, Acre, e selecionados utilizando-se os critérios das melhores práticas de manipulação. De acordo com a Portaria nº 540 da Secretaria de Vigilância Sanitária (Brasil, 1997), foram utilizados os condimentos: alho, gengibre, sal de cozinha, pimenta calabresa, manjerição, salsa, chimichurri e cebola desidratados. A gordura utilizada para a cocção foi o óleo de soja comercial.

Em fevereiro de 2023, foram fabricados três tipos de farinha, sendo uma de mandioca seca e duas temperadas, conforme as formulações da Tabela 1.

Tabela 1. Formulações de farinhas temperadas produzidas na cidade de Cruzeiro do Sul, Acre.

Formulação ⁽¹⁾	Ingrediente (g) ⁽²⁾								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FMS	5.000	0	0	0	0	0	0	0	0
FTP	5.000	0	41,40	0	0	51,75	103,51	51,75	776,39
FTG	5.000	38,07	0	103,51	38,07	51,75	51,75	0	776,39

⁽¹⁾ Farinha de mandioca seca (FMS), farinha temperada com pimenta (FTP) e farinha temperada com gengibre e manjerição (FTG). ⁽²⁾ Farinha de mandioca (1), manjerição desidratado (2), pimenta calabresa (3), gengibre (4), salsa desidratada (5), sal rosa do Himalaia (6), alho (7), chimichurri (8) e óleo de soja (9).

As farinhas temperadas foram fabricadas com as mesmas proporções de farinha de mandioca, sal e óleo de soja, acrescentando-se na farinha temperada com pimenta (FTP) os condimentos pimenta calabresa, o alho fresco e o chimichurri. Já na farinha temperada com gengibre e manjerição (FTG), foram adicionados, além desses ingredientes, o alho fresco e a salsa desidratada. Os produtos foram obtidos por meio da homogeneização do óleo de soja sob aquecimento e posterior adição dos demais condimentos. As farinhas temperadas foram homogeneizadas completamente e deixadas em resfriamento até o momento da embalagem.

Foram utilizados dois tipos de embalagens: polipropileno aluminizado (PP) do tipo *stand up pouch*, adquirido em empresa fornecedora no estado de São Paulo, e poliéster metalizado (MPET), em Goiânia, GO.

As amostras foram embaladas em unidades com capacidade de 250,00 g e transportadas para a Embrapa Acre, em Rio Branco, onde foram analisadas quanto à composição centesimal aproximada, sendo: umidade, em estufa com circulação de ar a 105 °C por 8 horas (Association of Official Analytical Chemists, 2012); cinzas, por incineração em mufla a 540 °C (Association of Official Analytical Chemists, 2012); extrato etéreo, pelo método de Soxhlet em extrator de óleos e graxas (Association of Official Analytical Chemists, 2012); proteína bruta total, pelo método de micro-Kjeldahl com destilador de nitrogênio utilizando-se o fator de conversão 6,25 (Association of Official Analytical Chemists, 2012); fibra bruta total, por digestão em determinador de fibras em H₂SO₄ 1,25% (p/v) e NaOH 1,25% (p/v) (Association of Official Analytical Chemists, 2012); e carboidratos totais, por diferença; além de acidez total titulável (Association of Official Analytical Chemists, 2012); pH; atividade de água, por leitura direta em medidor portátil (Decagon, modelo Pawkit); e cor instrumental em colorímetro (Konica Minolta, modelo CR5). A cor instrumental foi obtida por meio de um colorímetro Konica Minolta CR5, operado no modo reflectância e em escala de cor CIE lab, sendo obtidos os parâmetros L*, a* e b*. A coordenada L* corresponde ao teor de luminosidade, a* à cromaticidade verde (-)/vermelho (+) e b* à azul (-)/amarelo (+).

Quanto aos aspectos microbiológicos, foram realizadas as análises de contagem de bactérias mesófilas de acordo com os métodos oficiais da APHA (Vanderzant, Splittstoesser, 1992), com plaqueamento em profundidade, utilizando o meio de cultura Plate Count Agar (PCA). Para coliformes

fecais e totais e *Escherichia coli*, foi utilizado o meio Chromocult Coliform Agar acc. ISO 9308-1. Para salmonela, a análise foi realizada com auxílio do kit 1-2 Test (AOAC Official Method 989.13). Para bolores e leveduras, foi utilizada a técnica de plaqueamento indireto por superfície, recomendada para se obter a contagem de unidades formadoras de colônias (UFC).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), em fatorial 3 x 2, sendo o primeiro fator os diferentes tipos de farinhas (farinha de mandioca seca, farinha temperada com pimenta e farinha de mandioca temperada com gengibre) e o segundo o tipo de embalagem utilizada para o armazenamento (transparente – MPET, aluminizada – PP), com cinco repetições, em triplicata.

Resultados e discussão

Houve diferenças significativas para os teores de cinzas, proteína bruta, lipídios e carboidratos totais (Tabela 2).

O maior valor médio de cinzas foi encontrado na farinha de mandioca com gengibre (FTG), o que era esperado, considerando-se o uso de mais componentes em sua formulação, com adição de, além do gengibre, alho fresco, manjerição e salsa desidratados. Os valores encontrados estão muito abaixo dos resultados obtidos por Favoni et al. (2022) para farinha de mandioca temperada com okara (6,80%), mas próximos aos reportados por Sousa (2013) em farinha de mandioca temperada com carne de caprinos. Todos os tratamentos estão de acordo com os limites máximos de cinzas estabelecidos pela World Health Organization (1999) de 8,00%. Essa variável pode estar relacionada também com a forma de processamento da farinha de mandioca (Brito, 2020), sendo essencial o uso de boas práticas de fabricação durante a etapa.

O teor médio de proteínas foi mais elevado na FTG, porém inferior ao valor encontrado por Souza et al. (2018), em farinha de mandioca adicionada de polpa de buriti (1,54%), e por Sousa (2013) para farinha de mandioca adicionada de carne de caprinos (4,43%). Os valores encontrados foram considerados aceitáveis para todas as farinhas analisadas. No entanto, embora tenham sido adicionados ervas e temperos, esses ingredientes não foram suficientes para aumentar significativamente o teor desse nutriente, ao contrário do observado na farinha com carne de caprinos.

Tabela 2. Caracterização centesimal aproximada de farinha de mandioca seca (FMS), farinha de mandioca seca temperada com pimenta (FTP) e farinha de mandioca seca temperada com gengibre e manjerição (FTG), antes do armazenamento.

Farinha	U ⁽¹⁾	C	PB	L	FB	CHOS	VE (kcal 100,00 g ⁻¹)
FMS	6,57 a	0,43 c	1,37 b	2,41 c	2,18 b	89,22 a	384,10 a
FTP	7,54 a	1,73 b	1,40 b	4,75 a	2,02 b	84,57 b	386,70 a
FTG	7,42 a	2,01 a	1,58 a	3,91b	2,79 a	85,01 b	381,63 a
CV (%) ⁽²⁾	11,74	7,55	5,23	12,78	10,18	0,94	1,23

⁽¹⁾ Umidade (U), cinzas (C), proteína bruta (PB), lipídios (L), fibra bruta (FB), carboidratos (CHOS) e valor energético (VE).

⁽²⁾ Coeficiente de variação (CV).

Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5,00% de probabilidade.

O teor de lipídios foi maior na farinha temperada com pimenta (FTP), 4,75%. Os valores encontrados para todas as farinhas foram superiores aos resultados obtidos por Álvares et al. (2015) para farinha de mandioca seca com açafrão-da-terra. Esse fato pode ser atribuído à quantidade de óleo de soja adicionada naquela pesquisa para a elaboração das farinhas temperadas.

Valores médios de carboidratos na farinha de mandioca seca (FMS), sem condimentos, foram superiores às demais farinhas, embora inferiores aos obtidos por Álvares et al. (2015) e Souza et al. (2018), de 4,24 e 62,64%, respectivamente. No entanto, estão acima dos valores encontrados em

farinha de okara citados por Favoni et al. (2022), de 25,00%.

O teor de umidade para todas as farinhas não diferiu estatisticamente entre si e está dentro dos limites estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2019) e World Health Organization (1999), de 12,00 e 10,00%, respectivamente. Portanto, todas as farinhas foram consideradas estáveis para o armazenamento. Os resultados foram inferiores aos relatados por Álvares et al. (2015) e Souza et al. (2018) para farinha de mandioca seca.

Para efeito de rotulagem nutricional, os valores que foram encontrados nas farinhas temperadas constam na Tabela 3.

Tabela 3. Composição nutricional de farinha de mandioca seca (FMS), farinha temperada com pimenta (FTP) e farinha temperada com gengibre e manjerição (FTG), porção de 35,00 g, antes do armazenamento.

Componente ⁽¹⁾	FMS			FTP			FTG		
	100,00 g	53,00 g	VD% ⁽²⁾	100,00 g	53,00 g	VD%	100,00 g	53,00 g	VD%
VE (kcal)	384,10	203,50	8,00	369,00	129,15	7,00	383,00	134,15	7,00
CHOS (g)	89,20	47,20	10,00	82,00	28,7	9,00	85,00	29,72	9,00
Proteínas (g)	1,37	0,72	1,00	1,38	0,48	1,00	1,45	0,51	1,00
Gorduras totais (g)	2,40	1,27	5,00	4,06	1,42	5,00	4,09	1,43	5,00
Fibra alimentar (g)	2,10	1,11	8,00	2,27	0,79	7,00	2,32	0,81	7,00
Sódio (mg)	0,00	0,00	0,00	406,00	142,00	8,00	406,00	142,00	8,00

⁽¹⁾ Valor energético (VE) e carboidratos (CHOS). ⁽²⁾ Valores diários (VD) fornecidos pela porção.

Do ponto de vista nutricional, as farinhas temperadas não apresentaram gorduras saturadas, uma vez que não foi adicionado nenhum ingrediente de origem animal. Todos os requisitos para valores diários recomendados (VD%), particularmente o teor de lipídios, mantiveram-se de acordo com o sugerido pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2003). A incorporação de temperos à farinha desponta como uma alternativa para aumentar o valor nutricional e o valor agregado do produto (Sousa, 2013).

Os valores médios calculados para o valor calórico total das FMS, FTP e FTG foi de 371,77; 369,00 e 383,00 calorias por porção de 100,00 gramas, respectivamente. Esse valor pode ser atribuído à gordura vegetal nas amostras e é típico para um alimento essencialmente energético, como observado por Sousa (2013) em farinha temperada com carne de caprinos. Ferreira Neto et al. (2003) encontraram variações entre 369,27 e 401,59 calorias por 100,00 gramas no mesmo período de armazenamento.

Houve diferenças significativas para os parâmetros de cor (Tabela 4), porém não ocorreu interação entre os fatores tipos de embalagens e

formulações utilizadas nas farinhas. As médias de luminosidade (L^*) e das coordenadas de cor a^* e b^* foram diferentes entre si para todas as farinhas analisadas após o armazenamento. A farinha seca (FMS) teve maior luminosidade que as demais (90,61), indicando uma proximidade à coloração branca total. Para as demais farinhas analisadas, os valores distanciaram-se de 100, indicando a presença de pigmentos vermelhos, principalmente, na FTG. Para os componentes de cor a^* , que varia do verde (-) ao vermelho (+), a FMS apresentou maior valor, diferenciando-se das demais. Para a coordenada b^* , que representa variação de tonalidade do azul (-) ao amarelo (+), observou-se o inverso, ou seja, as farinhas temperadas com pimenta e gengibre apresentaram valores superiores ao da farinha de mandioca seca, mas não houve diferença significativa entre si. Os valores de L^* , a^* e b^* encontrados nesta pesquisa, apesar de inferiores, foram considerados próximos aos citados por Souza et al. (2018) e semelhantes aos resultados de Álvares et al. (2015).

Tabela 4. Caracterização físico-química de farinha de mandioca seca (FMS), farinha de mandioca seca temperada com pimenta (FTP) e farinha de mandioca seca temperada com gengibre e manjeriço (FTG), antes e após 120 dias de armazenamento a 26 °C.

Tempo 0						
Farinha	AT	pH	Aw	L^*	a^*	b^*
FMS	8,04 a	8,26 a	0,25 a	90,61 a	4,11 a	34,14 b
FTP	7,70 a	8,25 a	0,27 a	78,59 b	2,08 b	50,72 a
FTG	7,01 a	8,23 a	0,21 a	70,51 c	2,56 b	50,06 a
Média geral	8,05	5,60	0,38	78,48	1,87	44,89
CV (%) ⁽¹⁾	13,14	0,41	5,19	2,22	27,69	5,94
Após 120 dias de armazenamento						
FMS	8,04 a	8,26 a	0,25 c	90,61 a	4,11 a	34,14 b
FTP	8,29 a	8,25 a	0,38 b	79,67 b	2,03 b	45,36 a
FTG	7,81 a	3,90 b	0,44 a	71,23 c	0,58 c	49,80 a
Tipo de embalagem ⁽²⁾						
MPET	8,01 a	6,80 a	0,37 a	80,76 a	2,28 a	43,77 a
PP	8,02 a	6,06 b	0,26 a	75,77 b	21,28 b	46,56 a
CV (%)	5,78	0,67	5,01	2,82	37,16	8,31

⁽¹⁾ Coeficiente de variação (CV). ⁽²⁾ Embalagem de poliéster metalizado (MPET) e embalagem de polipropileno aluminizado (PP).

Para um mesmo período de armazenamento, médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5,00% de probabilidade.

Após 120 dias de armazenamento, independente da embalagem, verificaram-se diferenças significativas para as variáveis pH, atividade de água e coordenadas de cor L^* , a^* e b^* . Em relação às características de cor, assim como antes do armazenamento, a FMS teve maior luminosidade e maior coordenada de cor a^* que a FTP. Quanto à FTG, apresentou menores valores dessas variáveis. Álvares et al. (2015) encontraram valores iguais de L^* (82,26), a^* (1,59) e b^* (26,59) para farinha de mandioca adicionada de 0,003% de açafrão, que é a concentração mais utilizada pelos produtores na Regional do Juruá, Acre. Já em relação à coordenada b^* , assim como antes do armazenamento, FTP e FTG apresentaram os maiores valores, aproximando-se mais da cor amarela que a FMS.

Nas análises de Aw (Tabela 4), foram encontrados valores de 0,21, 0,25 e 0,27 para a FTG, FMS e FTP, respectivamente. A atividade de água foi maior na FTG, seguida de FTP e FMS. Contudo, os valores foram menores que 0,60, indicando estabilidade conforme Chisté et al. (2006). Aos 120 dias, observou-se uma ligeira elevação nos valores de Aw, mas não a ponto de comprometer a estabilidade das farinhas analisadas. Souza et al. (2008) encontraram atividade de água na faixa de 0,09 a 0,29. Álvares et al. (2009) observaram que, aos 60 e 180 dias de armazenamento, a embalagem de polipropileno aluminizado propiciou maior manutenção da atividade de água das farinhas temperadas, seguida pela embalagem de polipropileno e embalagem comum, evidenciando que a embalagem de polipropileno aluminizado possibilitou condições adequadas para o acondicionamento e armazenamento das farinhas temperadas, podendo esse armazenamento se estender até 180 dias.

Em relação ao tipo de embalagem utilizado, observaram-se maiores valores de pH, luminosidade e coordenada a^* para as farinhas embaladas em poliéster metalizado (MPET), independente da formulação. A embalagem MPET não oferece barreira à umidade, luz e ao ar, fatores que podem ter influenciado nos parâmetros analisados. Além disso, esse tipo de embalagem apresenta a desvantagem de não suportar o vácuo, embora essa condição não tenha sido avaliada.

As médias encontradas de atividade de água (Aw), após 120 dias de armazenamento, foram superiores às relatadas por Souza et al. (2018), que trabalharam com farinha de mandioca com

adição de buriti, e aos resultados relatados por Álvares et al. (2015), com farinhas adicionadas de açafrão, ambas armazenadas em embalagens de polipropileno aluminizado (PP), na condição de vácuo. Souza et al. (2008) encontraram atividade de água na faixa de 0,09 a 0,29 em farinha de mandioca temperada. Ferreira Neto et al. (2003), durante o armazenamento, encontraram valores de atividade de água de 0,38 a 0,49 em amostras de farinha de mandioca temperada.

Segundo Sousa (2013), o oxigênio afeta sobremaneira a qualidade de um alimento, propiciando a rancificação de gorduras, alterando significativamente o sabor, atua no escurecimento enzimático, reduz o valor nutricional pela oxidação das vitaminas, além de promover a proliferação de microrganismos. Portanto, para proteger os alimentos, principalmente se são sensíveis ao O_2 , de forma satisfatória, há necessidade do uso de embalagens que funcionem como barreira à passagem dos gases. Para Sarantópoulos (2002), define-se como barreira a capacidade de uma embalagem em resistir à absorção ou evaporação de gases e vapores, à permeação de lipídios e à passagem de luz. A propriedade de barreira de uma embalagem está intimamente relacionada à estabilidade química, física, sensorial, microbiológica e biológica dos produtos. Nesta pesquisa, as embalagens de polipropileno aluminizado (PP) demonstraram maior capacidade de proteger as farinhas temperadas.

Ortolan et al. (2010) ressaltam que as principais alterações bioquímicas possíveis durante a estocagem de farinhas envolvem compostos insaturados, como os ácidos graxos e carotenoides, fortalecendo a observação da redução da cor das farinhas. Uma redução nas coordenadas de cor pode estar também relacionada com a diminuição do extrato etéreo ao longo do armazenamento, já que, segundo Farrington et al. (1981), a oxidação é espontânea e inevitável, ocorrendo por mecanismo enzimático, por meio da lipoxigenase (LOX), podendo causar modificações na cor da farinha.

Na Tabela 5 constam os resultados da caracterização microbiológica das farinhas antes e após 120 dias de armazenamento. Todos os valores ficaram dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente, que considera para o grupo coliformes termotolerantes máximo de 10 NMP g^{-1} e ausência de salmonela em 25,00 g de amostra (Brasil, 2001). Não foi identificada a presença de *Salmonella* e *E. coli* nas amostras analisadas para os dois tipos de

embalagem utilizados. A ausência de contaminação por salmonela nas amostras analisadas demonstra a segurança durante a fabricação das farinhas de mandioca temperadas. Entretanto, verificou-se a ocorrência de contaminação no meio PCA, que indica ambiente contaminado ou falha na higienização durante o processamento.

Os coliformes totais são encontrados em fezes, vegetais e solo e persistem por tempo superior ao de bactérias patogênicas de origem intestinal. Portanto, a ausência desse grupo de microrganismos em alimentos indica que não houve contaminação (Franco; Landgraf, 1996). Os processos de elaboração da farinha de mandioca seca e farinhas

temperadas com pimenta, gengibre e manjerição demonstraram ser eficientes para obtenção de um produto com boa qualidade e devem ser acompanhados por boas práticas de fabricação de alimentos (BPFs).

Produtos elaborados destinados a mercados mais exigentes devem se adequar aos padrões de controle de contaminações que determinam sua qualidade. Entre esses, os mais importantes são os que definem as suas características microbiológicas. As farinhas temperadas com pimenta e com gengibre mostraram-se seguras quanto às características microbiológicas.

Tabela 5. Valores médios da contagem microbiana em farinha de mandioca seca (FMS), farinha de mandioca temperada com pimenta (FTP) e farinha de mandioca temperada com gengibre e manjerição (FTG), antes e após 120 dias de armazenamento a 30 °C.

Farinha	Parâmetro microbiológico	Tempo de armazenamento (dia) ⁽¹⁾	
		0	120
FMS	Coliformes totais	<10 UFC/g	<10 UFC/g
	Coliformes fecais	<10 UFC/g	<10 UFC/g
	<i>Salmonella</i>	Ausente	Ausente
	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausente
FTP	Coliformes totais	<10 UFC/g	<10 UFC/g
	Coliformes fecais	<10 UFC/g	<10 UFC/g
	<i>Salmonella</i>	<10 UFC/g	<10 UFC/g
	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausente
FTG	Coliformes totais	<10 UFC/g	<10 UFC/g
	Coliformes fecais	<10 UFC/g	<10 UFC/g
	<i>Salmonella</i>	<10 UFC/g	<10 UFC/g
	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausente

⁽¹⁾ Unidade formadora de colônias (UFC).

Conclusões

- 1) As farinhas de mandioca seca, temperadas com pimenta e temperadas com gengibre e manjerição são uma alternativa tecnológica para agregar valor à conhecida “Farinha de Cruzeiro do Sul”.
- 2) As farinhas armazenadas em embalagens de polipropileno aluminizado (PP), analisadas neste experimento, foram consideradas mais seguras do ponto de vista da estabilidade.
- 3) Quanto à estabilidade microbiológica, todas as farinhas analisadas foram consideradas seguras, uma vez que os resultados se mantiveram dentro dos padrões da legislação.
- 4) Do ponto de vista nutricional, as farinhas temperadas com pimenta e temperadas com gengibre e manjerição encontram-se de acordo com a legislação quanto aos valores diários recomendados.

Agradecimentos

Aos agricultores familiares e membros da Cooperativa Juruá Alimentos pelo interesse em perpetuar os conhecimentos associados ao modo de fabricação da farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul, buscando a Embrapa para a realização do projeto de fabricar farinhas temperadas; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Embrapa pela concessão da bolsa e possibilidade de ampliar os conhecimentos e vida profissional.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria SVS/MS nº 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico sobre Aditivos Alimentares, definindo, classificando e estabelecendo o emprego desses aditivos em alimentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 28 out. 1997. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1/1997/prt0540_27_10_1997.html. Acesso em: 10 set. 2024.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 249, 26 dez. 2019. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2019/IN_60_2019_COMP.pdf. Acesso em: 10 set. 2024.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico, padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 3 jan. 2001. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/res0012_02_01_2001.html. Acesso em: 10 set. 2024.
- ÁLVARES, V. de S.; SILVA, R. S. da; CUNHA, C. R. da; FELISBERTO, F. A. V.; CAMPOS FILHO, M. D. Efeito de diferentes concentrações de corante natural de açafrão-da-terra na composição da farinha de mandioca artesanal. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 256-262, jan./mar. 2015. Disponível em: <https://revistacaatinga.com.br/caatinga/article/view/2881>. Acesso em: 10 set. 2024.
- ÁLVARES, V. S.; SOUZA, J. M. L. de; NEGREIROS, L. S.; MACIEL, V. T. Efeito da embalagem na qualidade de farinhas de mandioca temperadas durante o armazenamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13.; WORKSHOP SOBRE TECNOLOGIAS EM AGROINDÚSTRIAS DE TUBEROSAS TROPICAIS, 7., 2009, Botucatu. **Inovações e desafios**: anais [...]. Botucatu: CERAT: UNESP, 2009. p. 1070-1074. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/512066>. Acesso em: 10 set. 2024.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 19. ed. Arlington, 2012. v. 2, 559 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre o regulamento técnico de rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 33-43, 26 dez. 2003.
- BRITO, R. J. **Utilização de imagens hiperespectrais para controle de qualidade de amostras de Curcuma longa**. 2020. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/397>. Acesso em: 10 set. 2024.
- CEREDA, M. P. Novos produtos para farinha de mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: SEPROTUR, 2005.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. de O.; MATHIAS, E. de A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 4, p. 1-4, dez. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000400023>.
- DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 692-700, ago. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000400015>.
- FAVONI, S. P. de G.; SÁ, A. P. N. de; DORTA, C.; MARINELLI, P. S.; GIANNONI, J. A.; SHIGEMATSU, E.; ARTHUR, V. Farinha da soja à base de okara, temperada e irradiada. In: CONGRESSO INTERNACIONAL EM CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO, 1., 2022, Online. **Nutrição nos ciclos da vida**: pesquisas e avanços: anais [...]. Jardim do Seridó, RN: Agron Food Academy, 2022. cap. 6, p. 47-58. E-book. DOI: <https://doi.org/10.53934/9786585062015-6>.
- FARRINGTON, F. F.; WARWICK, M. J.; SHEARER, G. Changes in the carotenoids and sterol fractions during the prolonged storage of wheat flour. **Journal of the Science Food and Agriculture**, v. 32, n. 9, p. 948-950, Sept. 1981. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740320913>.
- FERREIRA NETO, C. J.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Avaliação físico-química de farinhas de mandioca durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 5, n. 1, p. 25-31, abr. 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v5n1p25-31>.
- FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996.

ORTOLAN, F. H.; HECKTHEUER, L. H.; MIRANDA, M. Z. Efeito do armazenamento à baixa temperatura (-4 °C) na cor e no teor de acidez da farinha de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 1-5, mar. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010005000009>.

SANTOS, F. S. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Isotermas de adsorção de umidade de farinhas de mandioca temperadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 6, n. 2, p. 149-155, dez. 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v6n2p149-155>.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. **Embalagens plásticas flexíveis**: principais polímeros e avaliação de propriedades. Campinas: CETEA/ITAL, 2002.

SOUZA, J. M. L. de; ÁLVARES, V. de S.; LEITE, F. M. N.; REIS, F. S.; FELISBERTO, F. A. V. Caracterização físico-química de farinhas oriundas de variedades de mandioca utilizadas no vale do Juruá, Acre. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 761-766, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000400021>.

SOUZA, J. M. L. de; ÁLVARES, V. de S.; MACIEL, V. T.; NÓBREGA, M. S.; SARAIVA, L. S.; MADRUGA, A. L. S. Armazenamento da farinha de mandioca enriquecida com polpa de buriti. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 17.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO E CARIBENHO DE MANDIOCA, 2., 2018, Belém, PA. **Anais [...]**. Belém, PA: SBM, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1147216>. Acesso em: 10 set. 2024.

SOUSA, B. de L. M. **Desenvolvimento e caracterização de farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) temperada com carne caprina**. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/106603>. Acesso em: 10 set. 2024.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS Versão II. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2011.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of food**. 3. ed. Washington: American Public Health Association, 1992.

VILLANUEVA, N. D. M.; PETENATE, A. J.; SILVA, M. A. A. P. da. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 8, p. 691-703, Dec. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.03.013>.

VILPOUX, O. Produção de farinha d'água no estado do Maranhão. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. 771 p. (Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas, 3).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Curcuma longa* L. In: WHO monographs on selected medicinal plants. Geneva: WHO, 1999. v. 1, p. 115-124.

Mistura mineral ou suplemento mineral proteinado de baixo consumo na época seca?

Maykel Franklin Lima Sales⁽¹⁾, Andréia Gomes Cruz⁽²⁾, Douglas Ryan de Oliveria Lopes⁽²⁾ e Ramon Reis Menzel⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O experimento foi conduzido no período de julho a outubro de 2017, em Rio Branco, AC, em uma área constituída por quatro piquetes de 2,16 ha, com pastos consorciados com 25,00% de *Arachis pintoi* cultivar Belomonte, durante 112 dias. Foram utilizados 24 novilhos não castrados, com idade e pesos médios iniciais de 13 meses e 284,00 kg. Os animais foram manejados em pastejo alternado, com 14 dias de ocupação e 14 dias de descanso. Foram avaliados dois tratamentos, uma mistura mineral comercial com 50,00 gramas de fósforo por quilograma de produto (SAL50), comparada a um suplemento mineral proteinado de baixo consumo (proteinado). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e 12 repetições (animais). As médias de tratamentos foram submetidas à análise de variância pelo método de quadrados mínimos e comparadas pelo teste F. Foi observado que os animais que receberam o SAL50 apresentaram um ganho médio diário (GMD) de 563,00 g dia⁻¹, enquanto os animais que receberam o proteinado alcançaram um GMD de 688,00 kg (p < 0,05), 125,00 g ou 22,00% superior ao GMD da testemunha. O desempenho dos animais suplementados com proteinado de baixo consumo foi 22,00% superior àqueles que receberam a mistura mineral convencional.

Termos para indexação: amendoim forrageiro, consórcio, ganho de peso diário.

Mineral mixture or low-intake protein-mineral supplement during the dry season?

Abstract – The experiment was conducted from July to October 2017 in Rio Branco, AC, in an area consisting of four paddocks, each 2.16 ha, with mixed pastures containing 25.00% *Arachis pintoi* cv. Belomonte, over a period of 112 days. Twenty-four uncastrated steers with an average initial age of 13 months and an average initial weight of 284.00 kg were used. The animals were managed under a rotational grazing system, with 14 days of occupation and 14 days of rest. Two treatments were evaluated: a commercial mineral mixture with 50.00 g of phosphorus/kg of product (SAL50), compared to a low-intake protein-mineral supplement (proteinado). The experimental design was completely randomized with two treatments and 12 replications (animals). Treatment means were subjected to analysis of variance using the least squares method and compared by the F-test. It was observed that animals receiving SAL50 showed an average daily gain (ADG) of 563.00 g/day, while those receiving proteinado achieved an ADG of 688.00 g/day (p < 0.05), 125.00 g or 22.00% higher than the control group. The performance of the animals supplemented with the low-intake protein-mineral supplement was 22.00% higher than those receiving the conventional mineral mixture.

Index terms: forage peanut, mixed pasture, daily weight gain.

Introdução

A suplementação nutricional de bovinos em sistemas de pastejo é uma prática essencial para garantir o desempenho produtivo dos animais, especialmente em períodos do ano em que a disponibilidade e a qualidade nutricional das forragens são limitadas (Van Soest, 1994). Durante a estação seca, os pastos, mesmo consorciados com leguminosas, tendem a apresentar menor teor de proteína e energia, comprometendo o ganho de peso dos animais e, conseqüentemente, a eficiência produtiva do sistema.

Nos sistemas pecuários, a suplementação mineral convencional é comumente utilizada para corrigir deficiências minerais das pastagens. No entanto, em condições de baixa oferta de proteína, a suplementação proteica, ainda que de baixo consumo, pode promover melhorias significativas no desempenho dos animais (Dove, 1998). Além disso, sistemas de pastagem consorciada com leguminosas, embora ofereçam uma fonte natural de proteína, podem ainda assim se beneficiar de uma suplementação proteica, que potencializa a utilização dos nutrientes presentes na forragem e garante melhores resultados produtivos.

Objetivou-se avaliar os efeitos da substituição da suplementação mineral convencional por um suplemento mineral proteinado de baixo consumo sobre o desempenho de bovinos de corte, na fase de recria, manejados em pastos consorciados durante o período seco no Acre.

Material e métodos

O experimento foi conduzido durante 112 dias, no período de 9 de julho a 29 de outubro de 2017, em uma propriedade particular no estado do Acre. Foram utilizados 24 novilhos, não castrados, com idade e pesos médios iniciais de 13 meses e 284,00 kg. A área experimental foi constituída de quatro piquetes de 2,16 ha cada um, pasto consorciado com 31,00% de grama-estrela-roxa (*Cynodon nlemfuensis* cultivar Lua), 29,00% de *Brachiaria brizantha* 'Marandu', 25,00% de *Arachis pintoi* 'Belomonte' e 15,00% de *B. decumbens*.

Foram utilizados animais contemporâneos, provenientes da mesma estação de nascimento. Após a pesagem inicial, os animais foram selecionados, obedecendo ao critério de peso médio do lote, e distribuídos aleatória e balanceadamente entre os tratamentos.

Foi empregado o manejo alternado do pastejo dos animais, com período de ocupação de 7 dias no

primeiro ciclo de pastejo, depois foi fixado o período de 14 dias de ocupação e 14 dias de descanso para cada piquete. A taxa de lotação inicial foi de 2,12 unidades animais por hectare com 12 animais por tratamento.

Foram avaliados dois tratamentos, uma mistura mineral comercial, com 50,00 gramas de fósforo por quilograma de produto (SAL50), com consumo esperado de 70,00 g dia⁻¹ e um suplemento mineral proteinado de baixo consumo com 40,00 gramas de fósforo por quilograma de produto, 20,00% de proteína bruta (PB), 15,00% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e 700,00 miligramas de virginiamicina por quilograma de produto (proteinado), com consumo esperado de 1,00 grama por quilograma de peso corporal dos animais. Os suplementos foram fornecidos, diariamente, às 10 horas, em comedouro coberto, com acesso dos animais por ambos os lados. A área de cocho disponível para cada animal foi de 30,00 cm.

Para avaliação do ganho de peso médio diário (GMD), foram realizadas pesagens a cada 28 dias, após jejum de sólidos por 14 horas.

No primeiro dia de cada período experimental e a cada 28 dias, foram avaliadas as características estruturais, químicas e físicas dos pastos e as variações na capacidade suporte para subsidiar ajustes nas taxas de lotação dos piquetes.

A disponibilidade de matéria seca (MS) foi determinada por meio do corte rente ao solo, de 15 áreas delimitadas em cada piquete. Amostras compostas foram utilizadas para determinar a proporção de folhas, colmos e material morto, e levadas à estufa com circulação forçada de ar, a 55 °C por 72 horas, para determinação da MS da forragem.

A composição bromatológica da forragem consumida foi realizada em amostras coletadas via pastejo simulado, conforme Johnson (1978), e as análises laboratoriais seguiram as recomendações de Detmann et al. (2012) e Van Soest et al. (1991).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos (tipos de suplemento) e 12 repetições (animais). As médias de tratamentos foram submetidas à análise de variância pelo método de quadrados mínimos e comparadas pelo teste F a 5,00% de probabilidade.

Resultados e discussão

A disponibilidade de matéria seca total (DMST) média foi de 6,27 t ha⁻¹ no momento pré-pastejo e 5,46 t ha⁻¹ no pós-pastejo. A disponibilidade média de folhas foi de 693,00 kg ha⁻¹ antes do período de

pastejo e 556,00 kg ha⁻¹ após o pastejo. Euclides et al. (1992) afirmam que DMST inferior a 4,66 t ha⁻¹ pode interferir na seletividade do animal, entretanto, neste estudo, a disponibilidade foi sempre superior a esses valores, não havendo restrição ao consumo.

As alturas pré-pastejo variaram de 17,73 a 26,83 cm e o resíduo pós-pastejo apresentou altura média variando entre 13,20 e 25,23 cm. Essas variações sugerem uma oscilação significativa no crescimento do pasto, o que pode ter influenciado diretamente na disponibilidade de forragem e, consequentemente, no desempenho dos animais.

Na avaliação da composição botânica dos pastos, observou-se que o percentual de amendoim forrageiro foi de 31,60%. De acordo com Cadisch et al. (1994), esse percentual é suficiente para que haja um aporte ideal de nitrogênio ao solo por meio da fixação biológica.

Quanto à composição bromatológica, observou-se que as gramíneas apresentaram valores de proteína bruta médios superiores a 12,00%, teores que, de acordo com Valadares Filho et al. (2006), são considerados extremamente satisfatórios, em se tratando de pastagens não adubadas, no período seco do ano. Ressalta-se que as amostras foram obtidas via simulação do pastejo, geralmente com grande proporção de folhas verdes.

Os teores médios de fibra em detergente neutro da gramínea e do amendoim forrageiro foram de 77,52 e 58,71%. Quanto aos teores de fibra em detergente ácido, foram encontrados valores médios de 37,52 e 30,46% para gramíneas e amendoim forrageiro. Esses valores estão dentro do esperado para as espécies e retratam o excelente valor nutritivo do pasto.

Na avaliação do desempenho animal (Tabela 1), os animais que receberam o proteína apresentaram um GMD de 688,00 g dia⁻¹, sendo 22,00% ou 125,00 g dia⁻¹ superior ($p < 0,05$) ao resultado apresentado pelos animais que receberam o SAL50, com GMD de 563,00 g dia⁻¹.

Zanetti et al. (2000) e Moreira et al. (2001) também observaram maiores ganhos de peso para os animais suplementados com proteínas quando comparados com mistura mineral durante a época seca do ano.

Ao analisar os dados de produtividade, observa-se que os animais suplementados com o proteína resultaram em 41,75 kg ha⁻¹ (1,4 arroba de peso vivo a mais que o SAL50), nos 112 dias de suplementação. Esses resultados comprovam a eficiência do proteína e a relevância do seu uso na dieta dos animais na época seca, mesmo em pastos consorciados com amendoim forrageiro.

Tabela 1. Desempenho de novilhos submetidos à dieta com uma mistura mineral comercial e um suplemento mineral proteinado, consumidos por 112 dias, em Rio Branco, Acre.

Variável	Tratamento	
	SAL50	Proteinado
Peso vivo inicial (kg)	284,08 a	284,25 a
Peso vivo final (kg)	347,17 b	361,25 a
Ganho médio diário (g dia ⁻¹)	563,00 b	688,00 a
Produtividade (kg ha ⁻¹)	189,25	231,00
Taxa de lotação ⁽¹⁾	2,13	2,18
Consumo do produto (g dia ⁻¹)	70,00	250,00

⁽¹⁾ Unidade animal por hectare.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste F.

Conclusão

- 1) O uso de suplementos minerais proteinados de baixo consumo melhora o desempenho produtivo de bovinos de corte, em fase de recria, manejados em pastos consorciados, em até 22,00%, durante o período seco no Acre.

Referências

CADISCH, G.; SCHUNKE, R. M.; GILLER, K. E. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. **Tropical Grasslands**, v. 28, n. 1, p. 43-52, 1994. Disponível em: <https://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Historic/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/>

Vol_28_1994/Vol_28_01_94_pp43_52.pdf. Acesso em: 22 set. 2024.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A. de; VALADARES FILHO, S. de C.; QUEIROZ, A. C. de; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. de O. S.; CABRAL, L. da S.; PINA, D. dos S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. (ed.). **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214 p.

DOVE, H. The ruminant, the rumen and the pasture resource: nutrient interactions in the grazing animal. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (ed.). **The ecology and management in grazing systems**. 2. ed. London: CAB International, 1998. 466 p.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de diferentes métodos de amostragens para estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 4, p. 691-702, 1992.

JOHNSON, A. D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANETJE, L. t' (ed.) **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p. 96-102.

MOREIRA, F. B.; PRADO, I. N.; NASCIMENTO, W. G. Níveis de suplementação de sal proteinado para bovinos Nelore terminados a pasto no período do inverno. In:

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais [...]**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 923-924.

SANTOS, S. A.; ROTTA, P. P.; SILVA, L. F. C. e; MENEZES, A. C. B.; PINA, D. dos S.; VALADARES FILHO, S. de C. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. In: VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. (ed.). **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2006. p. 45-88.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).

ZANETTI, M. A.; RESENDE, J. M. L.; SCHALCH, F.; MIOTTO, C. M. Desempenho de novilhos consumindo suplemento mineral proteinado convencional ou com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 935-939, jun. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000300040>.

