

Eventos Técnicos & Científicos



Fevereiro, 2024

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

Sistemas agroalimentares sustentáveis
e o futuro da Amazônia

26 e 27 de outubro de 2023
Rio Branco, AC



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

e-ISSN 0000-0000

Eventos Técnicos & Científicos

6

Fevereiro, 2024

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

**Sistemas agroalimentares sustentáveis
e o futuro da Amazônia**

26 e 27 de outubro de 2023
Rio Branco, AC

**Embrapa Acre
Rio Branco, AC
2024**

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

Aureny Maria Pereira Lunz

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 (6. : 2023 :
Rio Branco, AC).

Anais do VI Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação :
sistemas agroalimentares sustentáveis e o futuro da Amazônia : 26 e 27 de outubro de
2023, Rio Branco, AC. – Rio Branco, AC : Embrapa Acre, 2024.

PDF (109 p): il. color. – (Eventos técnicos & científicos / Embrapa Acre, e-ISSN
0000-0000 ; 6).

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

CDD (21. ed.) 630.72098112

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

© 2024 Embrapa

Comissão organizadora

Coordenação

Jacson Rondinelli da Silva Negreiros – Presidente

Membros

Daniel Moreira Lambertucci

Elias Melo de Miranda

Fabiano Marçal Estanislau

Gilberto Costa do Nascimento

Jefferson Marcks Ribeiro de Lima

Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos

Paulo Eduardo França de Macedo

Rodrigo Souza Santos

Virgínia de Souza Álvares

Apresentação

A busca acelerada por novos conhecimentos tornou quase impraticável o ensino tradicional, o qual é baseado na transmissão oral do saber. Nas universidades, as disciplinas ofertadas, mesmo com suas cargas horárias estabelecidas, já não conseguem abranger todo o conteúdo relevante. É importante destacar que o conhecimento não é acabado e muito do que o estudante precisará saber em sua jornada profissional ainda está por ser descoberto. Com isso, o desafio atual é formar indivíduos capazes de buscar e aplicar conhecimentos de forma eficaz, especialmente em situações em que não há respostas prontas. Esses profissionais devem saber identificar o conhecimento necessário e, quando não estiver disponível, ser capazes de encontrar respostas por meio da pesquisa.

Nessa perspectiva é que a inserção precoce do aluno de graduação em projetos de pesquisa se torna um instrumento valioso para aprimorar qualidades desejadas em um profissional de nível superior, bem como para estimular e iniciar a formação daqueles mais vocacionados para a pesquisa.

Com isso, o tema central do *VI Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação* foi *Sistemas Agroalimentares Sustentáveis e o Futuro da Amazônia*. O seminário

reuniu bolsistas e estudantes de graduação, pós-graduação, professores de instituição de ensino superior e pesquisadores e/ou orientadores da Embrapa Acre. Nesta edição o seminário se configurou como um fórum de debate científico relacionado a temas relevantes ao contexto estadual e nacional.

Nos anais do VI seminário constam 19 trabalhos científicos, nas modalidades oral e pôster, os quais apresentam resultados de pesquisas desenvolvidas na Embrapa Acre relacionadas a cadeias produtivas relevantes, como cafeicultura, fruticultura, mandiocultura, óleos essenciais, pecuária e floresta. O evento ocorreu com o apoio dos Programas Institucionais de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic) e de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Pibiti) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

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.

Jacson Rondinelli da Silva Negreiros

Presidente do Comitê Gestor de Bolsas Pibic/Pibiti da Embrapa Acre

Sumário

Trabalhos apresentados na forma oral	9
Avaliação da produtividade de cultivares clonais de café Robusta Amazônico sob cultivo irrigado e sequeiro	11
Caracterização físico-química de farinhas de mandioca produzidas na Terra Indígena Puyanawa, Mâncio Lima, Acre	16
Importância dos fenilpropanoides na ação inseticida das frações do óleo essencial de <i>Piper aduncum</i> L.	22
Importância dos monoterpenos hidrocarbonados na ação inseticida das frações do óleo essencial de <i>Piper aduncum</i> L.	27
Incidência do complexo <i>Passarola</i> spp. em diferentes variedades de mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) no Acre, Amazônia	31
Interferência do tempo de armazenamento na qualidade da farinha de mandioca com açafraão-da-terra	35
Levantamento de himenópteros parasitoides na Terra Indígena Puyanawa, Mâncio Lima, Acre, Brasil, com utilização de armadilha Malaise	41
Produção de mudas de <i>Euterpe precatoria</i> em substrato contendo diferentes proporções de biochar de caroço de açaí	47
Produtividade e teor de amido de variedades de mandioca do Acre, Amazônia	53
Qualidade de farinhas de mandioca produzidas no Vale do Juruá, Acre, armazenadas durante 12 meses	57
Volumes de recipiente no estabelecimento em campo de açazeiro-solteiro a pleno sol e sombreado	63

Trabalhos apresentados na forma de pôster	69
Caracterização físico-química de farinhas de mandioca branca e amarela de Cruzeiro do Sul, Acre	71
Caracterização física e físico-química do açafraão-da-terra no Acre	76
Correlação entre potencial genético e preço de arremate de touros Nelore em leilões	81
Correlações entre características reprodutivas, de morfologia e crescimento de bovinos Nelore na Amazônia	86
Efeitos ambientais na produção in vitro de embriões na raça Senepol	91
Estimativa da dinâmica de crescimento em floresta manejada no sudoeste da Amazônia	95
Identificação de híbridos em amendoim forrageiro utilizando microsatélites de RNA-Seq	101
Novos marcadores SNP desenvolvidos a partir do transcriptoma de amendoim forrageiro	105

**Trabalhos apresentados
na forma oral**

Avaliação da produtividade de cultivares clonais de café Robusta Amazônico sob cultivo irrigado e sequeiro

Victor da Silva Barbosa⁽¹⁾, Aurenny Maria Pereira Lunz⁽²⁾, Jarderson Cassimiro Carneiro⁽³⁾, Lauro Saraiva Lessa⁽⁴⁾, Iricélia Vieira Cardoso⁽¹⁾, Valéria Lopes da Costa⁽³⁾, Celso Luís Bergo⁽²⁾ e Leonardo Paula de Souza⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisadores, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Estudantes de doutorado, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁴⁾ Analista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁵⁾ Professor, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – A cafeicultura na Amazônia vem se consolidando nos últimos tempos. A possibilidade de precipitação irregular que ocorre em muitos municípios amazônicos compromete a fase de floração e frutificação em plantas de cafeeiro, podendo refletir também na redução da produtividade. Tal situação pode ser mitigada por meio de irrigação suplementar em período de estiagem. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho produtivo de cultivares clonais de café Robusta Amazônico sob condições de sequeiro e irrigado suplementar em Rio Branco, Acre. O experimento foi instalado no campo experimental da Embrapa Acre, no município de Rio Branco. Foi utilizado o delineamento em blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas, três repetições e cinco plantas por subparcela. Os tratamentos foram compostos por seis cultivares clonais de café e duas condições de manejo hídrico. As variáveis analisadas foram produtividade e uniformidade de maturação de frutos. Foi observada influência da irrigação nas cultivares, havendo interação entre os fatores para a produtividade. Houve variação na uniformidade de maturação dos frutos. A irrigação promoveu aumento de produtividade para todas as cultivares, com destaque para a BRS 1216 e BRS 2299. Por outro lado, a ausência da irrigação reduziu o percentual de frutos verdes, além de aumentar o de frutos cerejas.

Termos para indexação: *Coffea canephora*, genótipos, manejo hídrico, Amazônia.

Evaluation of productivity of clonal cultivars of Amazonian Robusta coffee under irrigated and rainfed cultivation

Abstract – Coffee farming in the Amazon has been consolidating in recent times. The possibility of irregular precipitation occurring in many Amazonian municipalities compromises the flowering and fruiting phases in coffee plants, which may also result in reduced productivity. This situation can be mitigated through supplementary irrigation during periods of drought. The objective of this research was to evaluate the productive performance of clonal cultivars of Amazonian Robusta coffee under rainfed and supplementary irrigated conditions in Rio Branco, Acre. The experiment was conducted at the experimental field of Embrapa Acre, in the municipality of Rio Branco, AC (Brazil). A randomized complete block design in split plots was used, with three replications, and five plants per subplot. The treatments consisted of six clonal coffee cultivars and two water management conditions. The analyzed variables were productivity and fruit ripening uniformity. Irrigation was observed to influence the cultivars, with interaction between the factors for productivity. There was variation in fruit ripening uniformity. Irrigation promoted increased productivity for all cultivars, with BRS 1216 and BRS 2299 standing out. Conversely, the absence of irrigation reduced the percentage of green fruits and increased the percentage of coffee cherries.

Index terms: *Coffea canephora*, genotypes, water management, Amazon.

Introdução

O café Canéfora (var. Conilon e Robusta) possui histórico de menor valorização de mercado em relação ao café Arábica, no entanto, mais recentemente, tem-se observado aumento de demanda internacional, impulsionada pelo continente asiático. Vantagens em cultivo são observadas por apresentar maior tolerância à seca e ao déficit hídrico em regiões que seriam impróprias para o cafeeiro Arábica, sendo adaptado às temperaturas mais elevadas (Caixeta et al., 2020).

A cafeicultura na Amazônia vem se consolidando nos últimos tempos. Na região Norte a produção de café beneficiado saltou de 1.557.050 sacas em 2016 para 3.411.783 sacas em 2022, representando um incremento de 119%, sendo acompanhado pela redução da área de cultivo, o que demonstra um aperfeiçoamento da cadeia produtiva (IBGE, 2023). No Acre a cultura vem se expandindo no cenário comercial com alta mobilização de capital nas regiões. Segundo o IBGE (2023), em 2022 o Acre produziu 42.833 sacas de café beneficiado em 999 ha, mobilizando, por meio de comercialização, aproximadamente R\$ 27,6 milhões. Essa expansão se deve ao uso de genótipos superiores, com destaque para lavouras formadas com clones em substituição às lavouras seminais, bem como a adoção de técnicas adequadas de manejo da cultura.

O manejo hídrico do cafeeiro tem-se mostrado essencial para o alto desempenho produtivo dessa cultura, tendo em vista que a baixa disponibilidade hídrica compromete a produção em plantas de café (Vicente et al., 2017). Esse problema pode ser mitigado por meio de irrigação suplementar em período de estiagem. Em Rio Branco, o balanço hídrico durante a estiagem limita o cultivo de café Canéfora devido à deficiência hídrica, sendo recomendado o uso de irrigação suplementar entre os meses de maio e setembro (Souza et al., 2022).

Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho produtivo de cultivares de café Canéfora em condições de irrigação suplementar em Rio Branco, Acre.

Material e métodos

O experimento foi instalado em janeiro de 2020, no campo experimental da Embrapa Acre, no município de Rio Branco, a 10°01'37.8"S, 67°41'14.4"W e a 150 m de altitude. O clima é Am de acordo com Köppen e Geiger, temperatura média anual

26,1 °C, precipitação pluvial média anual 1.940,0 mm e déficit hídrico anual 180,0 mm (Instituto Nacional de Meteorologia, 2023). Foi utilizado delineamento em blocos casualizados com parcela subdividida, três repetições e cinco plantas por subparcela. Os tratamentos, em total de 12, foram obtidos em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas por duas condições de manejo hídrico (sem irrigação e com irrigação) e as subparcelas por seis cultivares clonais de café Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220). O espaçamento adotado para o cafeeiro foi de 3 x 1 m (3.333 plantas por hectare), com plantas conduzidas com duas hastes, sistema de irrigação localizado por gotejamento com manutenção de tensão de água no solo em 40 kPa, com gotejadores autocompensantes, espaçados a 50 cm e vazão de 7,6 L h⁻¹. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura (Espindula et al., 2015), com adubações via fertirrigação.

Os dados foram coletados na primeira safra, quando as plantas apresentavam 2 anos e meio de idade. A colheita foi realizada manualmente, por derriça, entre os meses de maio a julho, em função dos ciclos de maturações de clones (intermediário e tardio).

Para a determinação da produtividade, expressa em sacas de café beneficiado por hectare, a 12% de umidade, foi colhida a totalidade das plantas das subparcelas, sendo os frutos submetidos à secagem e beneficiamento para determinação da massa seca de grãos.

Foram obtidas amostras de 200,0 g de frutos do tipo "café da roça", para avaliação da uniformidade de maturação, os quais foram separados com base nos seguintes estágios: verde, cana, cereja, passa e seco. Cada porção de frutos foi pesada e calculou-se a proporção em porcentagem por estágio de maturação em relação ao peso total da amostra.

Em relação à produtividade, os dados foram submetidos aos pressupostos estatísticos para avaliação da normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro e Wilk (1965). Posteriormente, foi realizada uma análise de variância (Anova) e, quando houve significância, os dados foram submetidos ao teste de Tukey ($p < 0,05$). Em relação à maturação de frutos, foi efetuada uma análise descritiva, considerando a variação dos estágios quanto aos fatores cultivar clonal e manejo da irrigação.

Resultados e discussão

Para que o pressuposto estatístico fosse atendido na produtividade, foi utilizado o log (x), porém com apresentação dos dados originais. Em relação à variável, houve efeito significativo na interação dos fatores (irrigação e cultivar), sendo realizado o desdobramento dos níveis de cada fator (Tabela 1).

O cultivo irrigado apresentou desempenho superior para todas as cultivares estudadas. As cultivares BRS 1216 e BRS 2299 apresentaram as maiores produções, e as demais desempenhos inferiores e similares entre si (Figura 1). Em Rio Branco, foram observadas maiores produções em ambas as cultivares (BRS 1216 e BRS 2299), demonstrando aptidão regional e viabilidade de cultivo sob irrigação (Teixeira et al., 2020). A disponibilidade de água durante o crescimento e frutificação em plantas de café tem demonstrado correlação positiva. Foi observado incremento na formação de ramos plagiotrópicos e produção, em função do aumento de lâminas hídricas, em plantas de café Arábica e Conilon, havendo assim benefícios à cultura (Bonomo et al., 2013; Vicente et al., 2017).

Os ganhos em produtividade na irrigação sobre o cultivo em sequeiro foram maiores nas cultivares BRS 1216, BRS 2299 e BRS 3213 com 28,9, 30,0, 20,3 sacas por hectare, respectivamente, e menores na 'BRS 3220', 'BRS 3210' e 'BRS 2314' com 13,0, 11,0 e 13,8 sacas por hectare, respectivamente (Tabela 1). As cultivares em sequeiro mantiveram relação similar ao manejo irrigado no quesito de maior produtividade, sendo 'BRS 1216' e 'BRS 2299' as mais produtivas em relação às demais (Tabela 1).

Na Figura 1 são apresentadas as proporções de peso de frutos por estágios de maturações das cultivares de café irrigado e não irrigado.

Independente da cultivar, houve variação nas proporções dos estágios de maturação de frutos de café em função do manejo hídrico. No cultivo em sequeiro, houve redução de frutos verdes em todas as cultivares estudadas e maiores percentuais de frutos cerejas e secos (Figura 1), indicando que a limitação hídrica imposta às plantas de cafeiro acelerou o processo de maturação dos frutos das diferentes cultivares clonais de café Robusta Amazônico.

Tabela 1. Produtividade média de cultivares clonais de café Robusta Amazônico (saca por hectare) em diferentes condições de manejo hídrico em Rio Branco, Acre.

Manejo hídrico	Cultivar clonal					
	BRS 1216	BRS 2299	BRS 2314	BRS 3210	BRS 3213	BRS 3220
Irrigado	37,28 Aab	43,44 Aa	18,37 Ac	12,09 Ac	24,01 Abc	19,59 Ac
Não irrigado	8,37 Bab	13,41 Ba	4,48 Bc	1,02 Bc	3,63 Bbc	6,52 Bbc

Coefficiente de variação (%) = 10,09.

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre manejo hídrico, e médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre cultivares clonais pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A cultivar BRS 3210 apresentou menor percentual de frutos verdes (2%) e maior percentual de frutos secos (69%), sob cultivo em sequeiro; enquanto a cultivar BRS 2314 apresentou maior percentual de frutos verdes (73%), sob cultivo irrigado, e menor percentual de frutos secos (8%), sob cultivo em sequeiro (Figura 1).

Vicente et al. (2017) verificaram em plantas de café Arábica comportamento oposto, com redução de frutos verdes com o aumento de lâminas hídricas. Tais frutos acarretam um defeito chamado de grão preto/verde, reduzindo o rendimento no café. Além disso, podem promover sabores à bebida que

lembram o bambu, grama e amargor, com pouca aceitação do consumidor (Machado Filho et al., 2020; Dardengo et al., 2023).

Frutos tipo cana e passa estão em fase de transição entre o verde-cereja e cereja-seco. O manejo hídrico teve pouca influência no percentual de frutos cana e passa nas cultivares estudadas (Figura 1). O aumento da disponibilidade hídrica em café Arábica promoveu comportamento linear na quantidade de frutos tipo passa (Vicente et al., 2017).

Assim como os frutos verdes, os secos passam por processos fermentativos, formação de ácidos

orgânicos indesejáveis e queda da qualidade de bebida (Silva et al., 2006; Rezende et al., 2010).

A formação do maior percentual de frutos do tipo cereja é essencial para obtenção de bebidas de café de alta qualidade. No tratamento sem irrigação,

houve aumento da formação de frutos tipo cereja em todas as cultivares. Os maiores percentuais ocorreram nas cultivares BRS 3220, BRS 2299 e BRS 3213, com 64, 59 e 59%, respectivamente (Figura 1).

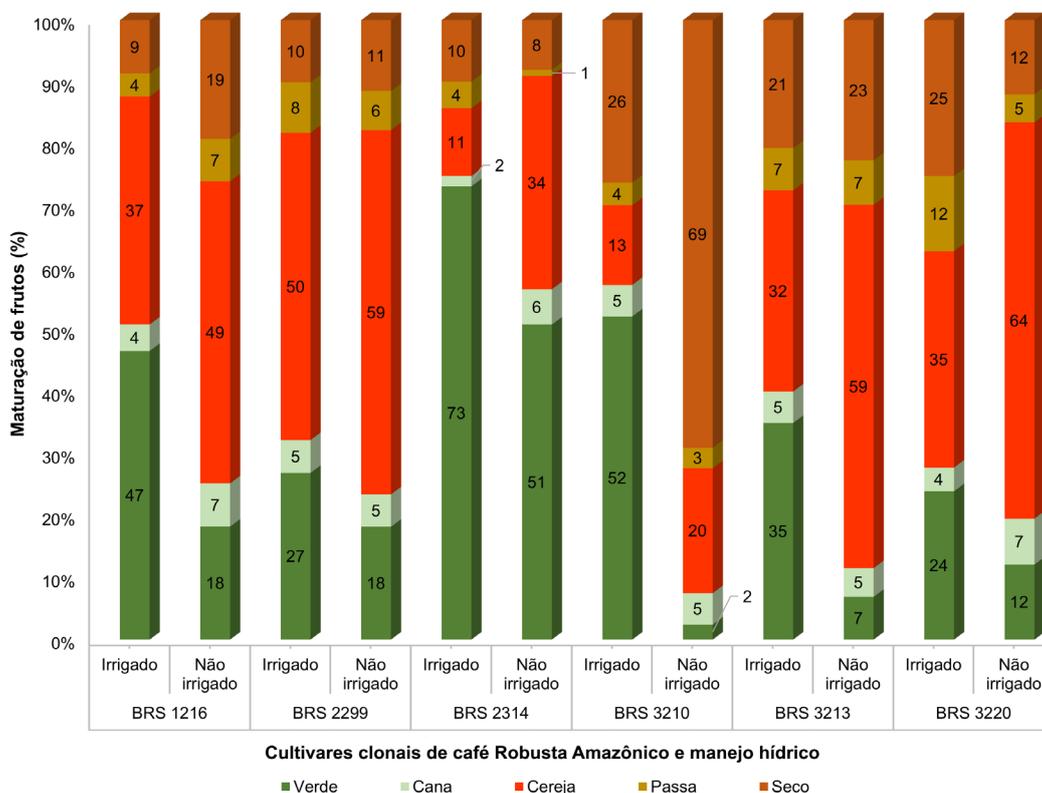


Figura 1. Proporção de frutos por estágios de maturação nas cultivares clonais de café Robusta Amazônico, em diferentes condições de manejo hídrico, em Rio Branco, Acre.

Conclusões

- 1) A irrigação suplementar promove aumento na produtividade de cultivares clonais de café Robusta Amazônico.
- 2) As cultivares clonais de café BRS 2299 e BRS 1216 apresentam maiores produtividades sob irrigação suplementar que as outras cultivares avaliadas.
- 3) O cultivo em sequeiro acelera a maturação dos frutos, reduz a proporção de frutos verdes e aumenta a de frutos tipo cereja e seco em todas as cultivares de café estudadas.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica, à equipe de fruticultura e à Embrapa Acre pela infraestrutura física para condução dos experimentos.

Referências

BONOMO, D. Z.; BONOMO, R.; PARTELLI, F. L.; SOUZA, J. M. de; MAGIERO, M. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro Conilon submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 7, n. 2, p. 157-169, mar./abr. 2013. DOI: 10.7127/RBAI.V7N200008.

CAIXETA, G. Z. T.; TANCREDI, F. D.; MOURA, W. de M. Aspectos econômicos e mercado do café Canéfora. **Informe Agropecuário**, v. 41, n. 309, p. 7-19, jan./mar. 2020.

DARDENGO, M. C. J. D.; SANT'ANA, B. T.; PEREIRA, L. R. Secagem e qualidade do cafeeiro Conilon em terreiro de saibro cimento, concreto e suspenso. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 2348-2357, maio/ago. 2013. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3210>. Acesso em: 19 abr. 2023.

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.; ESPINDULA, M. C. (ed.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 217-236. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1023829>. Acesso em: 19 abr. 2023.

IBGE. **Estatísticas sobre produção agrícola municipal 2022**. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 28 nov. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados meteorológicos 2022**. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

MACHADO FILHO, J. A.; FONSECA, A. F. A. da; VERDIN FILHO, A. C.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; COSTA, P. R. Qualidade e classificação do café Conilon. **Informe Agropecuário**, v. 41, n. 309, p. 114-123, jan./mar. 2020.

REZENDE, F. C.; ARANTES, K. R.; OLIVEIRA, S. R.; FARIA, M. A. Coffee pruning and different irrigation periods: productivity and quality. **Coffee Science**, v. 5, n. 3, p. 229-236, Sept./Dec. 2010. Disponível em: <https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/339>. Acesso em: 19 abr. 2023.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, Dec. 1965. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>.

SILVA, F. M.; SOUZA, Z. M.; ARRÉ, T. J.; JUAN, R. S.; OLIVEIRA, E. Evaluation of mechanized coffee (*Coffea arabica* L.) harvest with Ethephon use. **Coffee Science**, v. 1, n. 1, p. 1-6, abr./jun. 2006. Disponível em: <https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/11>. Acesso em: 19 abr. 2023.

SOUZA, J. W.; RIBEIRO, M. J.; SOUZA, M. L. A. de. Balanço hídrico para o cultivo do café (*Coffea canephora*) nos municípios de Rio Branco, Tarauacá e Cruzeiro do Sul, Acre. **Irriga**, v. 27, n. 1, p. 92-110, jan./mar. 2022.

TEIXEIRA, A. L.; ROCHA, R. B.; ESPINDULA, M. C.; RAMALHO, A. R.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; ALVES, E. A.; LUNZ, A. M. P.; FLAVIO, de F. S.; COSTA, J. N. M.; FERNANDES, C. de F. Amazonian Robustas - new *Coffea canephora* coffee cultivars for the Western Brazilian Amazon. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, e323420318, July/Sept. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332020v20n3c53>.

VICENTE, M. R.; MANTOVANI, E. C.; FERNANDES, A. L. T.; NEVES, J. C. L.; DELAZARI, F. T.; FIGUEREDO, E. M. Effects of irrigation on coffee plants production and development of coffee in the West of Bahia state. **Coffee Science**, v. 12, n. 4, p. 544-551, Oct./Dec. 2017. Disponível em: <https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1367>. Acesso em: 19 abr. 2023.

Caracterização físico-química de farinhas de mandioca produzidas na Terra Indígena Puyanawa, Mâncio Lima, Acre

Silvia Poliana da Silva Gomes⁽¹⁾, Virgínia de Souza Álvares⁽²⁾, Joana Maria Leite de Souza⁽²⁾, Andréia Gomes Cruz⁽¹⁾, Renata Beltrão Teixeira Yomura⁽³⁾ e Eufra Ferreira do Amaral⁽²⁾

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

Resumo – A produção de farinha na Terra Indígena Puyanawa (TIP) é artesanal e uma das preocupações dos consumidores é que a qualidade do produto atenda à legislação. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar as farinhas de mandioca produzidas na TIP, com a finalidade de recomendar ações corretivas para a melhoria da qualidade do produto. Portanto, foi realizada uma visita, com a exposição da atividade com o objetivo de escolher as casas de farinha e seus respectivos produtores para participar do processo. Após essa definição, a fabricação de farinha foi acompanhada em seis casas de farinha. As amostras foram coletadas, transportadas para a Embrapa Acre e analisadas em relação à composição centesimal, acidez titulável, pH, atividade de água, teor de amido e classificação. Do total de amostras analisadas, 63,33% foram enquadradas como Fora de Tipo (19 amostras), 23,33% como Desclassificadas (7 amostras), 10,00% como do Tipo 1 (3 amostras) e 3,33% como do Tipo 2 (1 amostra). Recomenda-se o uso de boas práticas de fabricação a fim de não prejudicar a qualidade do produto.

Termos para indexação: *Manihot esculenta*, composição centesimal, padrões de qualidade.

Physicochemical characterization of cassava flour produced in the Puyanawa Native Land, Mâncio Lima, Acre

Abstract – Flour production in the Puyanawa Native Land (PNL) is conducted using traditional methods, and a primary concern among consumers is compliance with quality standards set by legislation. This study aimed to characterize cassava flour from PNL to recommend corrective actions to enhance product quality. A field visit was paid to select flour mills and their respective producers to participate in the process. Subsequently, flour production was monitored at six mills. Samples were collected, transported to Embrapa Acre, and analyzed for proximate composition, titratable acidity, pH, water activity, starch content, and classification. Of the total samples analyzed, 63.33% (19 samples) were deemed “Out of Type”; 23.33% (7 samples) were Declassified; 10.00% (3 samples) were classified as Type 1; and 3.33% (1 sample) were categorized as Type 2. Adoption of good manufacturing practices is recommended so as not to compromise product quality.

Index terms: *Manihot esculenta*, proximate composition, quality standards.

Introdução

A Terra Indígena Puyanawa (TIP) encontra-se na bacia do Alto Rio Juruá, estado do Acre, Amazônia Ocidental, na margem direita do Rio Moa, no município de Mâncio Lima, a oeste da cidade de Cruzeiro do Sul, Acre (Silva et al., 2021). O principal meio de sobrevivência dos indígenas no local é a agricultura em roçados, sendo a espécie mais importante a mandioca para o fabrico da farinha. Nas aldeias estão localizadas 16 casas de farinha, com produção de cerca de 500 t ano⁻¹, equivalente a 11 mil a 12 mil sacas (Fowler, 2020).

Por ser artesanal a produção de farinha de mandioca dos Puyanawa, uma das preocupações é a manutenção das características do produto de modo a atender à legislação vigente e preservar sua tradição no fabrico. Assim, é importante obter informações sobre as principais características dessas farinhas e seu modo de fabricação, a fim de ter subsídios técnicos para orientar os indígenas em suas práticas.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar as farinhas de mandioca produzidas na Terra Indígena Puyanawa quanto aos parâmetros físico-químicos e recomendar ações corretivas para a melhoria da qualidade do produto.

Material e métodos

Amostras de farinha de mandioca foram coletadas entre novembro de 2022 e agosto de 2023, em seis casas de farinha de produção artesanal na Terra Indígena Puyanawa, no município de Mâncio Lima, Acre. Durante as coletas, o modo de fabricação foi acompanhado. As amostras foram coletadas logo após a sua produção, sendo acondicionadas em sacos plásticos, transportadas para Rio Branco, Acre, e analisadas em relação à umidade, cinzas, extrato etéreo, proteína bruta total, fibra bruta total e valor energético. A classificação foi realizada em cada repetição, sendo retirada a média para as características quantitativas, conforme Association of Official Agricultural Chemists (2012), bem como acidez titulável, pH, atividade de água, teor de amido (European Communities, 1999), classificação e característica de cor (Brasil, 2011, 2020).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos (casas de farinha) e cinco repetições, sendo um saco de 1 kg a unidade amostral.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de

Tukey a 5,00% de probabilidade, pelo programa estatístico Sisvar, versão 5.8 (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

As farinhas coletadas foram classificadas como do grupo seca e classe grossa (Tabela 1). O tipo da farinha de mandioca é influenciado por várias características, como teor de cinzas e amido, fibra bruta, quantidade de cascas e entrecasas e presença de matérias estranhas (Brasil, 2011, 2020).

Do total de 30 amostras analisadas, 63,33% foram enquadradas como Fora de Tipo (19 amostras), 23,33% como Desclassificadas (7 amostras), 10,00% como do Tipo 1 (3 amostras) e 3,33% como do Tipo 2 (1 amostra). O enquadramento como Fora de Tipo foi devido à presença de matérias estranhas em sua composição. De acordo com a legislação vigente, matéria estranha é qualquer material indesejável ou não constituinte do produto, proveniente de contaminação biológica. Esse material pode ser, por exemplo, de origem animal, como pelos e partes de insetos, ou vegetal, como carvão oriundo da fôrnia, fragmentos de vassoura ou madeira, dentre outros. De acordo com essa legislação, caso a matéria estranha seja identificada como “insetos”, vivos ou mortos, a farinha será Desclassificada e considerada como inadequada para consumo humano, o que pode ser evitado com a adoção de boas práticas de fabricação. Foi o caso de algumas amostras identificadas em três casas de farinha diferentes.

Quando a amostra não contém matérias estranhas, é enquadrada nos diferentes tipos, dependendo das demais características. O teor de amido mais baixo em uma dessas amostras (85,87%), que foi produzida na casa de farinha B, fez com que a farinha fosse enquadrada como do Tipo 2. Álvares et al. (2022) alertam que o processo de retirada da goma ou fécula durante a fabricação da farinha de mandioca reduz o teor de amido e não deve ser realizado.

Com relação à composição centesimal e teor de amido das farinhas, houve diferença significativa entre as amostras coletadas nas diferentes casas de farinha, com exceção da fibra bruta total, que apresentou elevado coeficiente de variação, o que pode ter interferido nessa não significância dos dados (Tabela 2).

Os teores de umidade, cinzas e fibras das farinhas estão de acordo com os padrões da legislação brasileira (Brasil, 2011, 2020), sendo os limites máximos permitidos de 13,00, 1,40 e 3,00%, respectivamente, para farinha seca grossa.

As farinhas apresentaram grande variação no teor de umidade, mesmo sendo coletadas logo após sua fabricação, podendo ser observados valores de 4,40 a 10,34% (Tabela 2). Essa variação de umidade é comum em processos de natureza artesanal, nos quais as etapas de branqueamento e tostagem dependem, basicamente, da habilidade do torrador para obter uma farinha com a granulometria e a crocância ideais (Álvares et al., 2022). As maiores médias para essa característica foram encontradas nas casas de farinha C e E (Tabela 2), ocorrendo o mesmo para a atividade de água (Tabela 3).

Com exceção das farinhas coletadas na casa B, todas as demais foram enquadradas como de “acidez alta” (Tabela 3). Dias e Leonel (2006) citam que a acidez elevada pode ser indicativa de condições inadequadas de higiene tanto no ambiente de fabricação e utensílios utilizados quanto em relação aos aspectos comportamentais dos manipuladores envolvidos. No entanto, pode também estar relacionada ao processo de fermentação da massa triturada, que permanece por muito tempo em temperatura ambiente. Assim, cuidados na etapa de trituração das raízes e na prensagem devem ser tomados (Álvares et al., 2022), a fim de que o processo seja realizado o mais rápido possível (Chisté; Cohen, 2006).

Tabela 1. Classificação das farinhas de mandioca coletadas em seis casas de farinha na Terra Indígena Puyanawa, Mâncio Lima, Acre⁽¹⁾.

Característica	Casa de farinha						
	A	B	C	D	E	F	
Granulometria	Peneira 2 mm (% retida)	15,80	34,80	14,35	38,91	20,16	11,37
	Peneira 1 mm (% retida)	22,20	32,59	24,46	29,05	19,25	25,86
Cascas e entrecascas (g/100 g)	0,59	0,16	2,16	0,95	0,66	0,45	
Presença de matéria estranha	Sim (5 amostras)	Sim (5 amostras)	Sim (5 amostras)	Sim (4 repetições) e não (1 repetição)	Sim (4 repetições) e não (1 repetição)	Sim (4 repetições) e não (1 repetição)	
Teor de amido (%)	91,41	84,67	87,28	88,59	89,02	89,24	
Acidez	6,15	3,00	6,23	5,17	5,61	5,49	
Classificação	Grupo	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca
	Classe	Grossa	Grossa	Grossa	Grossa	Grossa	Grossa
	Tipos	Desclassificadas (5 amostras)	Tipo 2 (1 amostra) e Fora de Tipo (4 amostras)	Fora de Tipo (4 amostras) e Desclassificada (1 amostra)	Tipo 1 (1 amostra) e Fora de Tipo (4 amostras)	Tipo 1 (1 amostra) e Fora de Tipo (4 amostras)	Tipo 1 (1 amostra), Fora de Tipo (3 amostras) e Desclassificada (1 amostra)
Acidez	Alta	Baixa	Alta	Alta	Alta	Alta	

⁽¹⁾ A classificação foi realizada em cada repetição, sendo retirada a média para as características quantitativas.

Tabela 2. Valores médios da composição centesimal, teor de amido e valor energético de farinhas de mandioca recém-produzidas coletadas em seis casas de farinha na Terra Indígena Puyanawa, Mâncio Lima, Acre.

Casa de farinha	Umidade*	Cinza*	Extrato etéreo*	Proteína bruta total*	Fibra bruta total ^{ns}	Amido*	Valor energético*
							(%)
A	7,43 b	1,09 a	0,31 d	1,15 b	1,67 a	91,41 a	367,42 c
B	6,64 b	0,65 c	0,70 bc	0,76 c	2,13 a	84,67 b	374,36 b
C	9,79 a	0,78 bc	0,39 cd	1,36 a	2,44 a	87,28 ab	359,70 d
D	5,51 c	0,81 b	1,03 ab	0,80 c	2,01 a	88,59 ab	379,87 a
E	8,93 a	1,01 a	0,99 ab	1,13 b	1,85 a	89,02 ab	365,23 c
F	5,07 c	0,97 a	1,24 a	1,33 a	1,81 a	89,24 ab	381,52 a
Média	7,23	0,88	0,78	1,09	1,99	88,37	371,35
CV (%) ⁽¹⁾	6,31	7,98	25,51	2,54	26,90	2,68	0,64
Mínimo	4,40	0,55	0,26	0,75	1,18	80,43	357,67
Máximo	10,34	1,18	1,48	1,38	4,15	92,39	382,57

⁽¹⁾ Coeficiente de variação (CV).

* Significativo ao nível de 5,00% pelo teste T. ^{ns} Não significativo.

Letras iguais, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5,00% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Valores médios na caracterização físico-química e características de cromaticidade de farinhas de mandioca recém-produzidas coletadas em seis casas de farinha na Terra Indígena Puyanawa, Mâncio Lima, Acre.

Casa de farinha	Aw	Acidez titulável (meq NaOH.100 ⁻¹ g)	Característica de cor ⁽¹⁾				
			L*	Coordenada de cromaticidade a*	Coordenada de cromaticidade b*	Chroma	Hue
A	0,32 b	6,15 ab	81,61 c	-2,28 c	36,42 a	36,49 a	93,59 a
B	0,26 bc	3,00 d	83,91 ab	0,21 b	17,07 d	17,07 d	89,27 b
C	0,59 a	6,23 a	82,20 bc	0,15 b	26,63 b	26,66 b	89,64 b
D	0,34 b	5,17 c	83,23 abc	0,24 b	18,18 d	18,18 d	89,27 b
E	0,49 a	5,61 abc	84,02 a	-2,77 c	36,81 a	36,92 a	94,31 a
F	0,20 c	5,49 bc	81,53 c	1,41 a	20,97 c	21,02 c	86,16 c
Média	0,37	5,28	82,75	-0,51	26,01	26,06	90,37
CV (%) ⁽²⁾	16,78	6,94	1,12	26,22	3,38	3,38	1,39
Mínimo	0,15	2,96	80,91	-2,85	15,71	15,71	85,65
Máximo	0,61	5,73	86,54	1,54	38,40	38,50	94,67

⁽¹⁾ Luminosidade (L*), cromaticidade ou intensidade de cor (Chroma) e ângulo de tonalidade ou saturação da cor (Hue).

⁽²⁾ Coeficiente de variação (CV).

Letras diferentes, na coluna, diferem entre si ao nível de 5,00% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em relação ao Chroma, houve variação entre os tratamentos, observando-se farinhas com maior vivacidade na cor quando mais amarelas, como nas casas de farinha A e E; e farinhas com a coloração mais opaca quando menos amarelas, como nas casas de farinha B e D (Tabela 3). As farinhas apresentaram ângulo Hue próximo de 90°, indicando cor amarela. Fowler (2020) cita que o açafraão-da-terra, *Curcuma longa* L., é utilizado pelos povos indígenas Puyanawa para temperar e colorir a farinha de mandioca, sendo encontrado nos diferentes componentes dos agroecossistemas dessa localidade. Os resultados das coordenadas de cor encontrados foram semelhantes aos de Sena et al. (2022), variando de 87,45 a 89,33 para L* (luminosidade), -2,12 a -0,07 para coordenada a* e de 11,46 a 22,55 para coordenada b*; e Álvares et al. (2015), que variaram de 68,94 a 83,48 para L*, 1,59 a 10,62 para coordenada a* e de 19,16 a 54,67 para coordenada b*, ambos os trabalhos com farinhas recém-produzidas, com diferentes concentrações de açafraão-da-terra.

A proposição de ações corretivas para os problemas identificados com o objetivo de melhorar a qualidade do produto é importante e deve ser realizada de forma rotineira nas aldeias indígenas.

Conclusões

- 1) Nas amostras analisadas de farinhas de mandioca produzidas na Terra Indígena Puyanawa, há baixa percentagem de amostras enquadradas na legislação como Desclassificadas e como Tipo 1 e Tipo 2, sendo essas últimas adequadas para o mercado.
- 2) A maior percentagem das amostras foi enquadrada como farinha Fora de Tipo, que requer um maior cuidado com as boas práticas de fabricação para sua adequação.

Agradecimentos

Aos produtores de farinha da Terra Indígena Puyanawa (TIP) pelo recebimento da equipe de pesquisa, à Embrapa pelo trabalho desenvolvido e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 19. ed. Arlington, 2012. v. 2, 559 p.

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 açafraão-da-terra na composição da farinha de mandioca artesanal. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 256-262, jan./mar. 2015. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1013666>. Acesso em: 16 set. 2023.

ÁLVARES, V. de S.; SOUZA, J. M. L. de; LAMBERTUCCI, D. M. **Influência do processo artesanal de produção de farinha de mandioca na classificação final do produto**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022. 40 p. (Embrapa Acre. Documentos, 172). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1141302>. Acesso em: 16 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011. Regulamento técnico da farinha de mandioca. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 8 nov. 2011, Seção 1, p. 18-20. Disponível em: <https://sislegis.action/detalhaAto.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=497488882>. Acesso em: 18 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 58, de 7 de outubro de 2020. Altera o anexo I da Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011, que estabeleceu o Regulamento técnico da farinha de mandioca. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 6 out. 2020, Seção 1, p. 4. Disponível em: <https://sislegis.action/detalhaAto.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chavc=497488882>. Acesso em: 28 set. 2023.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. de O. **Estudo do processo de fabricação da farinha de mandioca**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 75 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 267). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/903120>. Acesso em: 16 set. 2023.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 692-700, ago. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000400015>.

EUROPEAN COMMUNITIES. Commission directive 1999/79/CE of 27 July 1999. Determination of starch: polarimetric method. **Official Journal of the European Communities**, L 209, v. 42, p. 23- 27, 7 Aug. 1999.

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>.

FOWLER, L. **Conhecimento, uso e manejo de plantas alimentícias na terra indígena Puyanawa, Alto Juruá, Acre, Brasil**. 2020. 135 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) – Programa de Pós-graduação em Agricultura no Trópico Úmido, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/36370>. Acesso em: 16 set. 2023.

SENA, A. P. S.; ÁLVARES, V. S.; LAMBERTUCCI, D. M.; MALAVAZI, F. W.; BRAGA, J. K. A.; SOUZA, J. M. L. Prospecção do açafraão-da-terra em pó comercializado em Cruzeiro do Sul. 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. Apresentação oral. p. 81-88. (Embrapa Acre. Eventos técnicos & científicos, 4). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1145955>. Acesso em: 16 set. 2023.

SILVA, M. V. B.; COCA, P. K.; CASTRO, L. S.; ABRÃO, A. C. F. V. Diversidade alimentar de crianças indígenas de dois municípios da Amazônia Ocidental brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. 7, p. 2921-2928, jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021267.14232019>.

Importância dos fenilpropanoides na ação inseticida das frações do óleo essencial de *Piper aduncum* L.

Thais Paiva da Silva⁽¹⁾, Murilo Fazolin⁽²⁾, Alyce Camille da Silva Marques⁽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 – O uso de pesticidas convencionais é marcado por muitas externalidades negativas, incluindo contaminação ambiental e resistência às pragas. 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. Este trabalho teve como objetivo avaliar a importância dos fenilpropanoides na ação inseticida das frações do óleo essencial de *P. aduncum* (Oepa). Para tanto, foram elaborados *blends* com 37 compostos adicionados em diferentes proporções a essas frações. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre, utilizando larvas de terceiro instar da espécie *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae). A adição de um *blend* completo de compostos à fração terpênica aumenta sua toxicidade para larvas de *S. frugiperda* na proporção de 10,0% (V/V). As frações intermediária e propanoica não necessitam de adição de um *blend* completo de compostos majoritariamente terpênicos para aumentar a sua toxicidade. Foi observado que a retirada dos fenilpropanoides dos *blends* adicionados à fração propanoica a 2,0, 10,0 e 25,0% (V/V) ocasionou um decréscimo significativo da toxicidade da fração com seus respectivos enriquecimentos.

Termos para indexação: Piperaceae, lagarta-do-cartucho-do-milho, pimenta-de-macaco.

Importance of phenylpropanoids in the insecticidal action of essential oil fractions of *Piper aduncum* L.

Abstract – The use of conventional pesticides is marked by many negative externalities, including environmental contamination and pest resistance. Piperaceae such as *Piper aduncum* L. are abundant in Acre, with industrialization processes similar to those used to obtain safrole-rich oil from *Piper hispidinervum* C.DC. This study aimed to evaluate the importance of phenylpropanoids in the insecticidal action of fractions of the essential oil of *P. aduncum* (Oepa). To do so, *blends* were formulated with 37 compounds added in different proportions to these fractions. Experiments were conducted at the Entomology Laboratory of Embrapa Acre, using third instar larvae of the species *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae). Adding a complete *blend* of compounds to the terpene fraction increases its toxicity to *S. frugiperda* larvae at a rate of 10.0% (V/V). Intermediate and propanoic fractions do not require the addition of a complete *blend* of mostly terpene compounds to increase their toxicity. It was observed that removing phenylpropanoids from the *blends* added to the propanoic fraction at 2.0, 10.0, and 25.0% (V/V) caused a significant decrease in the toxicity of the fraction with their respective enrichments.

Index terms: fall armyworm, Piperaceae, monkey pepper.

Introdução

Piperáceas como a pimenta-de-macaco (*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). O óleo essencial de *P. aduncum* (Oepa) é composto por dilapiol (Fazolin et al., 2007), cuja estrutura química apresenta o grupo metilenodioxifenil, unido a dois grupos metoxila (OCH₃). Esses compostos interferem nas funções do citocromo P450, esterases e glutatona S-transferase dos insetos, alterando o processo de destoxificação, o que viabiliza a utilização do Oepa como inseticida e sinérgico de inseticidas convencionais (Nagabu; Lakshmaiah, 1994; Janiaud et al., 1997).

Os compostos considerados inseticidas presentes no Oepa pertencem aos grupos químicos dos fenilpropanoides e terpenoides (monoterpenos e sesquiterpenos) (Fazolin et al., 2023). Durante o processo de ajuste do teor de dilapiol, para que o Oepa expresse a máxima ação inseticida são produzidas diferentes frações utilizando a técnica de destilação fracionada aplicada industrialmente para purificação de óleos essenciais (Andrade et al., 2011).

Na aplicação dessa técnica para a purificação do Oepa, obtêm-se três frações principais: terpênica (nas primeiras fases do processo), intermediária (teor de dilapiol em torno de 26,0%) e propanoica (nas últimas fases do processo com teor de dilapiol acima de 70,0%).

Caso não seja investigada a utilização de todas as frações do Oepa, elas se tornarão resíduos indesejáveis. Uma delas poderá ser utilizada como inseticida pela adição (enriquecimento) de compostos do grupo químico dos terpenoides e dos fenilpropanoides, os quais fazem parte da composição original desse óleo.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia inseticida das frações do óleo essencial de *P. aduncum* enriquecidas com *blends* completos ou incompletos pela ausência de fenilpropanoides na composição de óleos essenciais do gênero *Piper*.

Material e métodos

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 DL₅₀ 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 (1,00 µL) em 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) e mantidas em câmara climatizada BOD à temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70,0 ± 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 (DIC) com quatro repetições.

Após a caracterização química de cada fração do Oepa, foi elaborado um *blend* completo pela combinação de 37 compostos presentes em grande parte nos óleos essenciais de piperáceas (Tabela 1), adquiridos na sua forma purificada da empresa Sigma Aldrich Brasil com pureza superior a 98,0%.

Os *blends* utilizados seguiram as concentrações de 2,0% (V/V) (1,00 µL de cada composto líquido e 1,00 µg de cada composto sólido); 10,0% (V/V) (5,60 µL de cada composto líquido e 5,60 µg de cada composto sólido) e 25,0% (V/V) (13,90 µL de cada composto líquido e 13,90 µg de composto sólido). Em todos os casos o volume foi completado a 2,00 mL com a fração correspondente e os *blends* foram armazenados em frascos de vidro âmbar e fechados com batoque e tampa rosqueável.

Para todos os bioensaios, os dados de mortalidade de concentração-resposta foram submetidos à análise de Probit, utilizando 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 DL₅₀ foram utilizados para definir a significância da diferença entre os tratamentos. De modo similar, a eficácia inseticida das formulações de *blends* incompletos sem os fenilpropanoides (2,0, 10,0 e 25,0% (V/V)) foi comparada com as formulações dos *blends* completos.

O óleo essencial foi obtido em um extrator, utilizando o princípio de arraste de vapor em um sistema de caldeira aquecida a diesel, adaptada de Pimentel e Silva (2000).

As frações foram submetidas a análises em cromatógrafo gasoso (detector DIC) acoplado ao espectrômetro de massa (CG-EM), para a identificação e quantificação dos constituintes químicos. A caracterização química foi feita pela comparação de seus espectros de massas com os disponíveis no banco de dados da espectroteca do CG-EM (Adams, 1995). A quantificação dos constituintes foi realizada por meio de CG-DIC e nas mesmas

condições operacionais descritas para a identificação no CG-EM.

Para avaliação da influência de cada grupo de compostos sobre a atividade sinérgica da composição, foram elaborados *blends* incompletos

combinados com cada fração, retirando-se o grupo de compostos dos fenilpropanoides, visando manter as proporcionalidades anteriores admitidas entre os demais grupos/compostos.

Tabela 1. Listagem dos compostos presentes no *blend* completo adicionado às três frações do óleo essencial de *Piper aduncum* (Oepa).

Monoterpeno hidrocarbonado	Monoterpeno oxigenado	Fenilpropanoide	Sesquiterpeno
3-careno	α -terpineol	anetol	β -cariofileno
α -pineno	borneol	dilapiol	nerolidol
α -terpineno	carvacrol	eugenol	óxido de
β -pineno	citral	<i>p</i> -anisaldeído	cariofileno
canfeno	citronellal	sarisan (asaricin)	
felandreno	eucaliptol	<i>trans</i> -cinamaldeído	
γ -terpineno	(1,8-cineol)		
limoneno	geraniol		
mirreno	isoborneol		
ocimeno	<i>L</i> -carvona		
<i>p</i> -cimeno	<i>L</i> -linalol		

Resultados e discussão

Como controle positivo considerou-se o efeito inseticida da fração não enriquecida para lagartas de *S. frugiperda*. Os grupos químicos de cada fração, assim como o teor de dilapiol em cada uma delas, podem ser observados na Tabela 2.

A toxicidade das frações do Oepa seguiu a tendência do decréscimo do teor de dilapiol, na composição de cada uma das frações. A fração propanoica (teor de dilapiol de 87,0%) apresentou uma DL_{50} de 5,16 (4,70–5,65) parte por milhão (μ l/L), praticamente o dobro do dilapiol purificado, indicando que essa fração é 50,0% menos tóxica que o fenilpropanoide

puro. Na sequência, o decréscimo da toxicidade pode ser evidenciado pelos valores da DL_{50} de 7,46 (6,87–8,07) μ l/L obtidos pelo contato das larvas com a fração intermediária do Oepa (teor de dilapiol de 59,1%), culminando com o maior valor da DL_{50} de 18,31 (17,03–20,23) μ l/L observado para a fração terpênica (teor de dilapiol de 26,0%), a menos tóxica das três frações avaliadas. 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, para contato tóxico do produto, entre 68,0 e 88,0%, para larvas de *S. frugiperda*.

Tabela 2. Porcentagem do teor de dilapiol nas frações terpênica (f1), intermediária (f2) e propanoica (f3).

Fração	Fenilpropanoide	Terpeno	Outros grupos de compostos
f1	27,0	66,0	7,0
f2	60,0	35,0	5,0
f3	87,0	12,0	1,0

Considerando-se os intervalos de confiança de cada tratamento, houve diferença significativa entre as três frações, evidenciando o nítido acréscimo de toxicidade em função do aumento do teor de dilapiol (fenilpropanoide) contido em cada uma delas.

Para o enriquecimento completo da fração terpênica com terpenoides e fenilpropanoides, pode-se observar que a combinação mais tóxica ocorreu com a adição do *blend* de compostos na proporção de 10,0% (V/V) na composição dessa fração, obtendo-se um valor de DL_{50} de 12,51 (11,64–13,31) $\mu\text{L/L}$, significativamente mais tóxica que as combinações dessa fração com 2,0% (V/V) [DL_{50} = 17,31 (16,19–18,88) $\mu\text{L/L}$] e 25,0% (V/V) [DL_{50} = 16,99 (15,64–18,44) $\mu\text{L/L}$] do *blend* completo de compostos. Nesse último caso, não houve diferença significativa entre os valores das DL_{50} das duas porcentagens de combinação.

No enriquecimento completo da fração intermediária com terpenoides e fenilpropanoides, pode-se observar que a combinação mais tóxica ocorreu com a adição do *blend* completo de compostos de 10,0% (V/V) na combinação com essa fração, obtendo-se um valor de DL_{50} de 6,70 (6,00–7,34) $\mu\text{L/L}$, não diferindo significativamente da fração sem adição de compostos [DL_{50} = 7,46 (6,87–8,07) $\mu\text{L/L}$] e da combinação dessa fração com 2,0% do *blend* completo de compostos [DL_{50} = 7,48 (6,90–8,09) $\mu\text{L/L}$]. Nesse último caso, não houve diferença significativa entre os valores das DL_{50} .

Considerando-se o enriquecimento completo da fração propanoica com terpenoides e fenilpropanoides, pode-se observar que as combinações mais tóxicas ocorreram com a adição do *blend* de compostos completa na proporção de 2,0% (V/V) [DL_{50} = 5,66 (4,99–6,70) $\mu\text{L/L}$] e 10,0% (V/V) [DL_{50} = 4,82 (4,50–5,17) $\mu\text{L/L}$], respectivamente, na composição dessa fração. Pela sobreposição dos valores dos intervalos de confiança, esses tratamentos não diferiram significativamente entre si quanto à toxicidade para larvas de *S. frugiperda*, como também não diferiram significativamente da fração propanoica sem adição de compostos [DL_{50} = [5,16 (4,70–5,65) $\mu\text{L/L}$].

No entanto, a retirada dos fenilpropanoides dos *blends*, adicionados à fração propanoica a 10,0 e 25,0% (V/V) ocasionou um decréscimo significativo da toxicidade da fração com seus respectivos enriquecimentos, o que pôde ser observado pelos valores da DL_{50} e seus intervalos de confiança, evidenciando a importância dos fenilpropanoides para a toxicidade da fração propanoica do Oepa.

Conclusões

- 1) A toxicidade da fração terpênica (f1) aumenta apenas com o enriquecimento com *blend* completo na proporção de 10,0% (V/V).
- 2) A toxicidade das frações intermediária (f2) e propanoica (f3) não aumenta com o enriquecimento com *blends* independentemente da proporção (V/V) utilizada.
- 3) A retirada de fenilpropanoides dos *blends* reduz a toxicidade na maioria dos enriquecimentos das frações, demonstrando a importância desse grupo para otimizar a atividade inseticida das frações do Oepa.

Agradecimentos

A todos os colaboradores do Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica à primeira autora.

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>.
- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography mass spectroscopy**. Illinois: Allured Publishing Corporation, 1995.
- ANDRADE, E. L.; AZEVEDO, MAUÉS, F. F. de; MORAES, QUEIROZ, H. H.; 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. **Anais...** Belém, PA: Conselho Regional de Química 6ª Região, 2011. 11 p.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALECIO, M. R.; LIMA, M. S. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C.DC., *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur.e; K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 113-120, jan./fev. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000100017>.

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: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/505568>. Acesso em: 15 ago. 2023.

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 dillapiole content and chemical and toxicological stability during storage. **Acta Amazonica**, v. 52, n. 3, p. 179-188, jul./set. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4392202102292>.

FAZOLIN, M.; MONTEIRO, A. F. M.; MALAVAZI, F. W.; ESTRELA, J. L. V. Óleos essenciais como sinergistas de formulações inseticidas. In: RIBEIRO, R. P.; VENDRAMIM, J. D.; BALDIN, E. L. L. (ed.). **Inseticidas botânicos no Brasil:** aplicações, potencialidades e perspectivas. Piracicaba: FEALQ, 2023, p. 557-615.

FINNEY, D. J. **A statistical treatment of the sigmoid response curve:** probit analysis. London: Cambridge University Press, 1971. 633 p.

JANIAUD, P.; DELAFORGE, M.; LEVI, P.; BONNARD, O.; MCRIZOT, J. P.; PADIEU, P. Epithelial-cells of adult liver in culture and hepatocarcinogenic metabolism of safrinol and analogs. **Biologie Cellulaire**, v. 30, n. 1, p. 14, Jan. 1997.

NAGABU, E.; LAKSHMAIAH, N. Inhibition of microsomal lipid-proxidation and monooxygenase activities by Eugenol. **Free Radical Research**, v. 20, n. 4, p. 253-266, 1994. DOI: <https://doi.org/10.3109/10715769409147521>.

PIMENTEL, F. A.; SILVA, M. R. da. **Recomendações sobre processo de destilação comercial de biomassa triturada de pimenta longa (*Piper hispidinervum*).** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 3 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 123). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/492672>. Acesso em: 15 ago. 2023.

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

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

Alyce Camille da Silva Marques⁽¹⁾, Murilo Fazolin⁽²⁾, Thais Paiva da 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 *P. hispidinervum* C.DC., por meio do processo de retificação, aplicado industrialmente para refinamento de óleos essenciais. Na aplicação dessa técnica têm-se obtido três frações principais. Este trabalho teve como objetivo avaliar a importância dos monoterpenos hidrocarbonados na ação inseticida dessas frações do óleo essencial de *P. aduncum*. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre. Em todos os bioensaios, foram utilizadas larvas de terceiro instar da espécie *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). A adição de um *blend* completo aumentou a toxicidade nas frações terpênica e intermediária nas proporções de 2 e 10% (V/V) e a retirada dos monoterpenos hidrocarbonados na fração propanoica aumentou sua toxicidade em quaisquer proporções.

Termos para indexação: Piperaceae, pimenta-de-macaco, misturas, terpenoides.

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

Abstract – Piperaceae such as *Piper aduncum* L. are abundant in Acre, with an industrialization process similar to that used to obtain safrole-rich oil from *P. hispidinervum* C.DC. through the rectification process, industrially applied for essential oil refinement. In applying this technique, three main fractions are obtained. This study aimed to evaluate the importance of hydrocarbon monoterpenes in the insecticidal action of these fractions of the essential oil of *P. aduncum*. Experiments were conducted at the Entomology Laboratory of Embrapa Acre. Third instar larvae of the species *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) were used in all bioassays. The addition of a complete *blend* increased toxicity in the terpene and intermediate fractions at proportions of 2 and 10% (V/V), and the removal of hydrocarbon monoterpenes in the propanoic fraction increased its toxicity at any proportion.

Index terms: monkey pepper, Piperaceae, *blends*, terpenoids.

Introdução

Piperáceas como *Piper aduncum* L. são abundantes no Acre, sendo o seu processo de industrialização semelhante ao utilizado para obtenção do óleo rico em safrol a partir de *Piper hispidinervum* C.DC. (Fazolin et al., 2006).

É provável que a resistência dos insetos possa ser desenvolvida 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, alterando a capacidade de desintoxicação (Nollet; Rathore, 2017). A empresa EcoSMART Technologies desenvolveu uma combinação distinta de diferentes óleos essenciais que aumenta consideravelmente a atividade inseticida contra insetos. Produziu uma gama de pesticidas contendo diferentes misturas de óleos de alecrim, hortelã-pimenta, capim-limão, cravo, canela e/ou monoterpenos como ingredientes ativos (Nollet; Rathore, 2017).

O óleo essencial de *P. aduncum* (Oepa) é composto majoritariamente por dilapiol (Fazolin et al., 2007). O processo de retificação é aplicado industrialmente para refinamento de óleos essenciais (Andrade et al., 2011). Na aplicação dessa técnica para o Oepa, têm-se três frações principais: terpênica (teor de dilapiol em torno de 26%, obtida nas primeiras fases do processo), intermediária (teor de dilapiol em torno de 50%) e propanoica (obtida nas últimas fases do processo com teor de dilapiol acima de 70%). Caso não seja investigada a utilização de todas as frações do Oepa, é possível que algumas delas se tornem resíduos descartáveis, o que poderá elevar aproximadamente a 30% os produtos passíveis de tratamentos para descarte no meio ambiente.

As interações entre os constituintes de um determinado óleo essencial podem ter uma interferência significativa na eficácia inseticida e, tomando como referência esse fenômeno, poderão ser desenvolvidos novos (bio) inseticidas à base de óleos essenciais, cujas formulações serão misturas padronizadas com eficácia conhecida (Hummelbrunner; Isman 2001; Pavela, 2008, 2014). Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia inseticida das frações do óleo essencial de *P. aduncum* enriquecidas com *blends* completos ou incompletos pela ausência de monoterpenos hidrocarbonados presentes na composição de óleos essenciais do gênero *Piper*.

Material e métodos

O óleo essencial foi obtido em um extrator, utilizando o princípio de arraste de vapor em um sistema com caldeira aquecida a diesel adaptada de Pimentel e Silva (2000). O óleo essencial de *P. aduncum* obtido por destilação foi submetido à retificação fracionada, utilizando coluna de recheio. Na aplicação dessa técnica para a purificação do Oepa, obtiveram-se três frações, as quais foram enriquecidas com *blends* completos ou incompletos de distintos grupos de compostos nos estudos de interferência biológica sobre ação inseticida.

As frações foram submetidas a análises em cromatógrafo gasoso (detector DIC) acoplado ao espectrômetro de massa (CG-EM). Após a caracterização química de cada fração do Oepa, para enriquecê-las foi elaborado um *blend* completo pela combinação de 37 compostos em quantidades equivalentes (1:1) presentes na composição original de Oepa ou nos óleos essenciais do gênero *Piper*, adquiridos na sua forma purificada na Sigma Aldrich Brasil (Tabela 1). Para avaliação da influência de cada grupo de compostos sobre a atividade sinérgica da composição, foram elaborados *blends* incompletos combinados com cada fração, retirando-se o grupo de compostos dos monoterpenos hidrocarbonados.

Inicialmente foram obtidas faixas de resposta para o inseto teste. A partir daí, foram estabelecidas entre cinco e seis concentrações, além de um controle (solvente acetona). Após a obtenção das DL₅₀ das frações não enriquecidas isoladamente, foram realizadas as combinações dos *blends* completos ou incompletos de compostos com as três frações do Oepa. Os bioensaios consistiram na aplicação dorsal (1 µL) em lagartas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), com auxílio de uma microseringa graduada. As lagartas foram individualizadas e confinadas em placas de Petri (5,0 x 1,5 cm), mantidas em câmara climatizada BOD em temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 5% e fotofase de 12 horas, até o momento da avaliação da mortalidade dos indivíduos (no mínimo de 24 horas). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições (Fazolin et al., 2022).

Para todos os bioensaios, os dados de mortalidade de concentração-resposta foram submetidos à análise de Probit (Finney, 1971), utilizando-se o programa de análises estatístico SAS (SAS Institute, 2001). Os valores de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925). Intervalos de confiança (IC com p > 95%) dos valores das DL₅₀ 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 hidrocarbonados (2, 10 e

25% (V/V)) combinados com as frações foi comparada com as formulações dos *blends* completos combinados com as demais frações.

Tabela 1. Padrões adquiridos da Sigma Aldrich Brasil presentes no *blend* completo adicionado no enriquecimento das três frações (f1, f2 e f3) do óleo essencial de *Piper aduncum* (Oepa).

Monoterpeno hidrocarbonado	Monoterpeno oxigenado	Fenilpropanoide	Sesquiterpeno
3-careno	α -terpineol	anetol	β -cariofileno
α -pineno	borneol	dilapiol	nerolidol
α -terpineno	carvacrol	eugenol	óxido de cariofileno
β -pineno	citral	<i>p</i> -anisaldeído	
canfeno	citronellal	sarisan (asaricin)	
felandreno	eucaliptol (1,8-cineol)	<i>trans</i> -cinamaldeído	
γ -terpineno	geraniol		
limoneno	isoborneol		
mirceno	<i>L</i> -carvona		
ocimeno	<i>L</i> -linalol		
<i>p</i> -cimeno	<i>L</i> -mentona		
sabineno	<i>s</i> -carvona		
terpinoleno	terpinen-4-ol		
	timol		

Resultados e discussão

A toxicidade das frações do óleo essencial de *P. aduncum* foi aumentando, seguindo a tendência do crescimento do teor de dilapiol na composição de cada uma das frações. A fração terpênica (teor de dilapiol de 26%) pode ser definida como a menos tóxica em relação às três frações avaliadas.

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 e 88% para larvas de *S. frugiperda*. Considerando os intervalos de confiança de cada tratamento, houve diferença significativa entre as três frações, evidenciando o nítido acréscimo de toxicidade em função do aumento do teor de dilapiol (fenilpropanoide) contido em cada uma delas.

Adicionalmente, a fração terpênica combinada com o *blend* completo de compostos a 10% (V/V) foi a mais tóxica dentre as combinações observadas, diferindo do valor de todas as outras combinações dessa fração avaliada. Pode-se inferir que essa seja uma combinação inseticida promissora para a fração terpênica, salientando-se a importância da presença dos monoterpenos hidrocarbonados na combinação na concentração de 10% (V/V).

Considerando-se o enriquecimento completo da fração intermediária com terpenoides e fenilpropanoides, pode-se observar que a combinação mais tóxica ocorreu quando a adição do *blend* completo

foi de 2 e 10% (V/V), não diferindo significativamente entre si. A diminuição significativa da toxicidade foi observada quando foram retirados os monoterpenos hidrocarbonados dos *blends* combinados à fração a 2 e 10% (V/V); não houve diferença significativa entre as demais combinações de compostos com a fração intermediária. Tal resultado comprova que alguns compostos presentes nos *blends* e nas frações podem apresentar interação, principalmente aditiva, com vistas ao aumento da toxicidade individual de cada um deles.

O enriquecimento completo da fração propanoica com terpenoides e fenilpropanoides a 2 e 10% (V/V) não diferiu significativamente quanto à toxicidade da fração sem enriquecimento algum. Nesse caso, em todas as combinações, observou-se maior toxicidade quando a adição do *blend* de compostos foi incompleta, pela ausência dos monoterpenos hidrocarbonados em quaisquer concentrações avaliadas. Provavelmente, a adição do *blend* completo em todas as concentrações avaliadas pode ter ultrapassado o limite da proporcionalidade aceitável dos monoterpenos hidrocarbonados, causando um antagonismo na expressão da toxicidade. Monoterpenos hidrocarbonados, como o β -pineno e α -pineno, presentes na composição do Oepa e como parte dos *blends* completos, apresentam evidências de que podem ao mesmo tempo inibir e ativar várias enzimas da família das monooxigenases P450 (Fazolin et al., 2023).

Conclusões

- 1) A toxicidade da fração terpênica (f1) aumenta apenas com o enriquecimento com *blend* completo na proporção de 10% (V/V).
- 2) A toxicidade da fração intermediária (f2) e da fração propanoica (f3) não aumenta com o enriquecimento com *blend* completo na proporção (V/V) utilizada.
- 3) Na fração propanoica há um aumento da toxicidade quando os monoterpenos hidrocarbonados são retirados dos *blends* em todas as proporções avaliadas, evidenciando ser esse grupo químico possivelmente antagonico aos fenilpropanoides presentes nessa fração.

Agradecimentos

A todos os colaboradores do Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica à primeira autora.

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, MAUÉS, F. F. de; MORAES, QUEIROZ, H. H.; 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. **Anais...** Belém, PA: Conselho Regional de Química 6ª Região, 2011. 11 p.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALECIO, M. R.; LIMA, M. S. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C.DC., *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur.e; K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 113-120, jan./fev. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000100017>.
- 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: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/505568>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- 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 dillapiole content and chemical and toxicological stability during storage. **Acta Amazonica**, v. 52, n. 3, p. 179-188, jul./set. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4392202102292>.
- FAZOLIN, M.; MONTEIRO, A. F. M.; MALAVAZI, F. W.; ESTRELA, J. L. V. Óleos essenciais como sinergistas de formulações inseticidas. In: RIBEIRO, R. P.; VENDRAMIM, J. D.; BALDIN, E. L. L. (ed.). **Inseticidas botânicos no Brasil:** aplicações, potencialidades e perspectivas. Piracicaba: FEALQ, 2023, p. 557-615.
- FINNEY, D. J. **A statistical treatment of the sigmoid response curve:** probit analysis. London: Cambridge University Press, 1971. 633 p.
- HUMMELBRUNNER, L. A.; ISMAN, M. B. Acute, sublethal, antifeedant, and synergistic effects of monoterpenoid essential oil compounds on the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Lep., Noctuidae). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 2, p. 715-720, Jan. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf000749t>.
- NOLLETT, L. M. L.; RHATHORE, H. S. **Green pesticides handbook:** essential oils for pest control. Boca Raton: CRC Press, 2017. 570 p.
- PAVELA, R. Acute and synergistic effects of some monoterpenoid essential oil compounds on the house fly (*Musca domestica* L.). **Journal of Essential Oil Bearing**, v. 11, n. 5, p. 451-459, Aug. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1080/0972060X.2008.10643653>.
- PAVELA, R. Acute, synergistic and antagonistic effects of some aromatic compounds on the *Spodoptera littoralis* Boisid. (Lep., Noctuidae) larvae. **Industrial Crops and Products**, v. 60, p. 247-258, Sept. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.06.030>.
- PIMENTEL, F. A.; SILVA, M. R. da. **Recomendações sobre processo de destilação comercial de biomassa triturada de pimenta longa (*Piper hispidinervum*).** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 3 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 123). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/492672>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- SAS Institute. **User's Guide:** statistics, version 8.2. 6. ed. Cary, NC: SAS Institute, 2001.

Incidência do complexo *Passalora* spp. em diferentes variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Acre, Amazônia

Luan Victor Araújo de Moraes⁽¹⁾, Rômulo Brando Bessa Ribeiro⁽¹⁾, Amauri Siviero⁽²⁾, Paulo Eduardo França de Macedo⁽³⁾, Lauro Saraiva Lessa⁽³⁾ e Izabela Rodrigues Mafra Ferreira Moreira⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Analistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁴⁾ Engenheira-agrônoma, profissional autônoma, Cruzeiro do Sul, AC.

Resumo – O complexo *Passalora* spp. pode afetar significativamente a cultura da mandioca no Acre gerando danos e perdas econômicas na produtividade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a incidência do complexo *Passalora* spp. em diferentes variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Acre. As doenças causadas por fungos do complexo *Passalora* spp. foram avaliadas em 22 variedades de mandioca cultivadas no Campus Floresta da Universidade Federal do Acre em Cruzeiro do Sul. Cada planta foi avaliada quanto ao ataque dos patógenos atribuindo-se notas de severidade em uma escala de 1 a 5. Os materiais genéticos testados em campo nas condições desse experimento apresentaram uma reação diferencial ao ataque dos fungos do complexo *Passalora* spp. Não foi detectada uma relação direta entre a severidade das doenças e a produtividade das variedades testadas. As variedades produtivas que apresentaram maior severidade às doenças demonstraram ser tolerantes aos patógenos.

Termos para indexação: doenças foliares, Amazônia Ocidental, macaxeira, cultivares.

Incidence of the *Passalora* spp. complex in different varieties of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in Acre, Amazon

Abstract – The *Passalora* spp. complex diseases it can significantly affect the cassava crop in Acre, Amazon generating damage and economic losses in productivity. This work aimed to evaluate the incidence of the *Passalora* spp. complex. in different varieties of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in Acre. Diseases caused by fungi of the *Passalora* spp. were evaluated in twenty-two varieties of cassava cultivated at the Campus Floresta of the Federal University of Acre in Cruzeiro do Sul, Amazon. Each plant was evaluated for pathogen attack by assigning severity grades following a rating scale ranging from 1 to 5. The genetic materials tested in the field under the conditions of this experiment showed a differential reaction to the attack of fungi from the *Passalora* spp. complex. No direct relationship was detected between the severity of the diseases and the productivity of the tested varieties. The productive varieties that presented greater disease severity demonstrated to be tolerant to pathogens.

Index terms: leaf diseases, western Amazon, cassava cultivars.

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Acre é cultivada por agricultores familiares, sendo um componente importante na segurança alimentar e na economia do estado. Além de abastecer os mercados locais e regionais, a produção de mandioca e seus derivados, como tapioca, fécula e farinha, geram empregos e renda para milhares de pessoas (Souza et al., 2008).

No entanto, as doenças causadas pelo complexo *Passalora* spp. têm representado um desafio para a produção dessa cultura, comprometendo sua produtividade e qualidade (Oliveira et al., 2020).

A ocorrência de doenças, em especial do complexo *Passalora* spp., pode resultar em danos financeiros, com impacto direto na redução da produtividade dos roçados, renda dos agricultores e economia na região sudoeste da Amazônia (Araújo et al., 2011; Siviero et al., 2012).

O complexo de doenças fúngicas denominado *Passalora* spp. inclui: mancha-parda (*Passalora henningsii* Allesch), mancha-branca (*P. manihotis* Stevens) e queima das folhas (*P. vicosae* Mull. & Chupp). O principal sintoma observado por esse complexo são as manchas foliares, que afetam a fotossíntese e podem ocasionar queda prematura de folhas com consequente redução na produção (Oliveira et al., 2020).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a resistência de campo de 22 variedades de mandiocas quanto à severidade das doenças foliares do complexo *Passalora* spp.

Material e métodos

O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado com 30 plantas por variedade, dispostas no espaçamento de 1,0 x 1,0 m, cultivadas no campo experimental da Ufac, Campus Floresta, localizado no município de Cruzeiro do Sul. Ao todo foram avaliadas 22 variedades de *Manihot esculenta* que fazem parte da Coleção de Mandioca da Embrapa Acre (Tabela 1).

A avaliação da severidade das doenças foliares ocorreu na safra 2021/2022 usando 15 plantas por variedade. As doenças avaliadas foram mancha-branca (*Passalora manihotis*), mancha-parda (*Passalora henningsii*) e queima das folhas (*Passalora vicosae*).

Para a estimativa da severidade das doenças utilizou-se uma escala de notas variando de 1 a 5, sendo: 1 = presença de algumas folhas afetadas no terço inferior da planta; 2 = mais do que 50% de

folhas afetadas no terço inferior da planta; 3 = folhas afetadas nos terços médio e inferior; 4 = manchas foliares distribuídas ao longo de toda a planta; 5 = manchas foliares com desfolha precoce (Oliveira et al., 2020). O índice de doença final foi calculado pela soma aritmética das notas das três doenças.

A produtividade, em toneladas por hectare, de cada variedade em campo foi estimada multiplicando o valor do peso médio de 10 plantas em quilograma por 10 e aplicando-se um redutor de 20%, visando compensar o espaço dedicado aos carregadores e ataque de pragas. Para verificar a existência de correlação entre a incidência de doenças do complexo *Passalora* spp. e a produtividade de raízes por variedade, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman e Pearson. Para verificar a significância estatística das diferenças dos grupos de médias da produtividade das variedades foi usado o teste de Scott-Knott por meio do programa estatístico Sisvar, conforme Ferreira (2011).

Resultados e discussão

O índice de doença do complexo *Passalora* spp. entre as variedades foi de 2 a 7, indicando que há comportamento diferencial quanto à resistência às doenças. A média da produtividade de cada variedade foi entre 12,7 e 68,8 t ha⁻¹ (Tabela 1).

As variedades Caboquinha, Mulatinha Preta e Liberato foram as mais produtivas. A variedade Caboquinha apresentou nota final 4, com boa produtividade, indicando ser tolerante às doenças avaliadas. Observou-se ainda que algumas variedades apresentaram notas elevadas de severidade às doenças do complexo *Passalora* spp., indicando certa suscetibilidade aos patógenos (Tabela 1).

Os resultados das análises apresentaram correlação negativa. O coeficiente de Pearson foi de -0,226458856 ($p < 0,05$) entre a severidade de doenças e a produtividade das 22 variedades de mandioca avaliadas. Esse resultado demonstra uma correlação inversa fraca entre essas duas variáveis, ao contrário do esperado. O coeficiente de correlação de Spearman entre os resultados do índice de doenças e a produtividade foi de -0,1982629. Essa correlação não foi significativa a 5% ($p\text{-value} = 0,3764$).

Assim, esta pesquisa não forneceu evidências conclusivas de que a incidência de doenças reduziu a produtividade. Outros fatores, não contemplados neste estudo, podem ter influenciado tanto a incidência de doenças quanto a produtividade. Provavelmente, as variedades produtivas que apresentaram maior severidade às doenças demonstraram ser tolerantes.

Tabela 1. Índice de doença do complexo *Passalora* spp. e produtividade das variedades de mandioca cultivadas no Acre.

Variedade de mandioca	Índice de doença	Produtividade (t ha ⁻¹)
Caboquinha	4	68,8 a
Mulatinha Preta	2	68,8 a
Liberato	2	67,4 a
Mansa e Brava	5	55,5 b
Cumarú	4	50,2 b
Santa Rosa	6	49,5 b
Mulatinha	7	45,6 c
Fortaleza	7	43,7 c
Amarela da Folha Comprida	4	39,8 c
Maria Faz Ruma	6	34,8 c
Curimen	5	33,5 c
Roxa 015	4	32,6 c
Brancona	6	32,3 c
Juruti	7	29,9 c
Manteiguinha	7	29,1 c
Amarelinha do Talo Verde	5	26,1 c
Ligeirinha Mansa	7	21,6 d
Tortinha	6	20,6 d
Santa Maria	5	19,5 d
Varejão	5	17,2 d
Chica de Coca	6	13,5 d
Paxiubão Brava	4	12,7 d

Grupos de médias com a mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Scott-Knott.

Conclusões

- 1) Os materiais genéticos testados em campo nas condições deste experimento apresentaram uma reação diferencial ao ataque dos fungos do complexo *Passalora* spp.
- 2) Não foi detectada uma relação direta entre a severidade das doenças e a produtividade das variedades testadas. Dessa forma, as variedades produtivas que apresentaram maior severidade às doenças demonstraram ser tolerantes aos patógenos.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor, à Embrapa Acre pela disponibilização dos recursos que viabilizaram o trabalho, ao Dr. Amauri Siviero pela orientação e ao colega Rômulo Brando Bessa Ribeiro pelo auxílio nos trabalhos durante a execução da pesquisa.

Referências

- ARAÚJO, F. S.; SIVIERO, A.; SANTOS, M. M. dos; VALLIM, J. H. Resistência de genótipos de mandioca à manchas foliares no Acre. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, p. 1036, ago. 2011. Suplemento. Edição dos resumos do 44º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2011, Bento Gonçalves. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/904868>. Acesso em: 18 out. 2023.
- 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>.
- OLIVEIRA, S. A. S.; DIAMANTINO, M. S. A. S.; DINIZ, R. P.; OLIVEIRA, E. J. **Escala de notas inespecíficas para seleção de plantas de mandioca resistentes a doenças foliares**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2020. 14 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 112). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1124859>. Acesso em: 18 out. 2023.
- SOUZA J. M. L.; ÁLVARES, V. de S.; LEITE, F. M. N.; SOUSA, M. L.; REIS, F. S.; FELISBERTO, F. A. V. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca oriundas do município de Cruzeiro do Sul - Acre. **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 14, n. 1, p. 43-49, abr. 2008. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/505874>. Acesso em: 18 out. 2023.
- SIVIERO, A.; PEREIRA, A. A. A.; CARVALHO, J. O. M.; JORDÃO, A. L. Reação de genótipos de mandioca às manchas foliares em Rondônia. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, 2012. Suplemento. Edição do 45º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2012, Manaus. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/934839>. Acesso em: 18 out. 2023.

Interferência do tempo de armazenamento na qualidade da farinha de mandioca com açafrão-da-terra

Andréia Gomes Cruz⁽¹⁾, Virgínia de Souza Álvares⁽²⁾, Joana Maria Leite de Souza⁽²⁾, Renata Beltrão Teixeira Yomura⁽³⁾ e Sílvia Poliana da Silva Gomes⁽¹⁾

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

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da farinha de mandioca com diferentes concentrações de açafrão-da-terra durante o armazenamento em sacos de ráfia. Foram analisadas amostras de farinha com e sem açafrão-da-terra, em diversas concentrações, visando principalmente à preservação da cor. O armazenamento das amostras foi realizado por 24 meses, à temperatura ambiente, em sacos de ráfia de polietileno branco. As amostras foram analisadas quanto à composição centesimal, atividade de água, acidez titulável e cor instrumental. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial nas concentrações 0,00; 0,05; 0,10; 0,15 e 0,20% de açafrão-da-terra, em três tempos de armazenamento. Para todas as concentrações de açafrão-da-terra, houve um aumento na atividade de água e no teor de umidade das farinhas com o prazo de armazenamento. Houve redução na coloração amarela do produto, proporcional à concentração de açafrão utilizada. O tempo máximo de armazenamento da farinha de mandioca amarela em sacos de ráfia, à temperatura ambiente, deve ser de 18 meses evitando-se a reabsorção de água, escurecimento e perda da coloração amarelada. Em todas as concentrações de açafrão a atividade de água ultrapassou o limite recomendado.

Termos para indexação: *Curcuma longa* L., composição centesimal, padrões de qualidade.

Interference of storage time on the quality of cassava flour with turmeric

Abstract – The objective of this study was to assess the quality of cassava flour with different turmeric concentrations during storage in raffia bags. Flour samples, with and without varying turmeric concentrations, were stored for 24 months at room temperature in white polyethylene raffia bags, aiming to preserve color. Analyses included proximate composition, water activity, titratable acidity, and instrumental color. The experimental design was completely randomized, with a factorial arrangement for turmeric concentrations of 0.00, 0.05, 0.10, 0.15 and 0.20% across three storage durations. Results indicated increases in water activity and moisture content across all turmeric concentrations over time, alongside a decrease in the flour's yellow color intensity proportional to turmeric content. The recommended maximum storage time for yellow cassava flour in raffia bags at room temperature is 18 months to prevent moisture reabsorption, browning, and loss of yellow color. Water activity levels exceeded recommended limits across all turmeric concentrations.

Index terms: *Curcuma longa* L., centesimal composition, quality standards.

Introdução

O açafrão-da-terra, *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae), é utilizado na Regional do Juruá, Acre, para proporcionar coloração amarela à farinha de mandioca *Manihot esculenta* Crantz, em diferentes intensidades. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária permite a utilização do açafrão-da-terra em alimentos como especiaria, desde que obtida por meio da desidratação e moagem desses rizomas e o produto final atenda ao padrão de identidade e qualidade (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2018).

A concentração de açafrão-da-terra na fabricação da farinha é muito variável, oscilando de 0,04 a 0,15% (Braga et al., 2022), o que causa desuniformidade na coloração do produto. Além disso, não se conhecem o prazo de durabilidade e a manutenção da coloração amarela da farinha, quando comercializada em embalagens convencionais da Regional do Juruá, Acre.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características de qualidade da farinha

de mandioca com diferentes concentrações de açafrão-da-terra durante o armazenamento em sacos de rafia.

Material e métodos

Em uma casa de farinha de Cruzeiro do Sul, Acre, amostras de farinhas de mandioca foram produzidas no modo tradicional da região, alterando apenas a concentração de açafrão-da-terra. O açafrão em pó foi obtido a partir de rizomas de *C. longa* cultivados na propriedade de agricultor. As amostras de farinhas foram coletadas em sacos plásticos transparentes de 1 kg, embaladas em sacos de rafia e caixas de papelão novas e transportadas via terrestre para a Embrapa, em Rio Branco, Acre.

No laboratório as amostras foram armazenadas em prateleiras à temperatura ambiente média de 28 °C por 24 meses, em embalagem dupla, sendo uma em sacos plásticos de polietileno transparentes e outra em sacos de rafia – utilizados pelos agricultores na região (Figura 1).



Foto: Andréia Gomes Cruz

Figura 1. Armazenamento de farinha de mandioca em sacos plásticos e sacos de rafia em prateleira metálica, à temperatura ambiente média de 28 °C, por 24 meses.

As amostras foram avaliadas nos tempos 0, 18 e 24 meses, quanto à umidade (%), obtida em estufa com circulação de ar a 105 °C por 8 horas (Association of Official Agricultural Chemists, 2012); cinzas (%), calculada por incineração em mufla a 540 °C (Association of Official Agricultural Chemists, 2012); extrato etéreo (%), obtido pelo método de Soxhlet em extrator de óleos e gorduras (Association of Official Agricultural Chemists, 2012); proteína total (%), por meio do método de micro-Kjeldahl com destilador de nitrogênio utilizando-se o fator de conversão 6,25 (Association of Official Agricultural Chemists, 2012); fibra bruta total (%), via digestão em determinador de fibras em H₂SO₄ 1,25% p/v e NaOH 1,25% p/v (Association of Official Agricultural Chemists, 2012); teor de amido (%), analisado por polarimetria (European Communities, 1999); acidez total titulável (Association of Official Agricultural Chemists, 2012); atividade de água, por meio da leitura direta em medidor portátil Aqualab 4TE; e cor instrumental em colorímetro Konica Minolta CR5 em escala de cor CIE Lab (L*, a*, b*), calculando-se o Chroma (C*) e o ângulo de tonalidade ou saturação da cor (Hue ou H°).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 5 x 3, com cinco concentrações de açafrão-da-terra (0,00; 0,05; 0,10; 0,15 e 0,20%) e três tempos de armazenamento (0, 18 e 24 meses) com cinco repetições. A parcela experimental foi composta de um saco de 1 kg. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias do fator quantitativo comparadas pelo teste de Tukey a 5,00% de probabilidade, por meio do programa computacional Sisvar, versão 5.6 (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

Houve interação entre as concentrações de açafrão-da-terra e o tempo de armazenamento para as variáveis acidez, amido, atividade de água, umidade, extrato etéreo, coordenada de cromaticidade b*, Chroma e ângulo Hue (Tabela 1).

O aumento da concentração de açafrão-da-terra e do tempo de armazenamento proporcionou maior acidez à farinha de mandioca. As amostras de farinha recém-fabricadas com 0,20% de açafrão-da-terra foram classificadas como de “acidez alta” (Brasil, 2011) (Tabela 1).

Embora tenha ocorrido interação significativa entre os fatores, os teores de amido e de extrato etéreo não apresentaram um padrão de comportamento com o aumento da concentração de açafrão ou do tempo de armazenamento. Os teores de amido estavam de acordo com a legislação (acima de 87,91%) em todas as farinhas.

Para todas as concentrações de açafrão-da-terra, a atividade de água e a umidade das farinhas aumentaram com 18 meses de armazenamento. Esse aumento persistiu em grande parte dos tratamentos aos 24 meses, indicando que, apesar da condição experimental de embalagem e armazenamento ser similar ao método empregado pelos produtores, houve reabsorção de umidade ao longo do tempo, atingindo valores superiores a 0,60 de atividade de água.

Concentrações mais altas de açafrão-da-terra na farinha (0,10 a 0,20%) resultaram em maior componente de cor b* antes do armazenamento, mas a intensidade dessa cor diminuiu aos 18 meses de armazenamento na maioria das concentrações. Isso indica que o amarelecimento das farinhas está diretamente ligado à quantidade de açafrão utilizada, mas essa coloração diminuiu com o armazenamento. Sena et al. (2022) observaram uma tonalidade mais amarela em farinhas de mandioca com concentração acima de 0,50% de açafrão-da-terra. Antes do armazenamento, as farinhas com maiores concentrações de açafrão-da-terra estavam com cores mais vivas, embora todas tenham perdido intensidade de cor após 18 meses. O ângulo Hue comprova que as farinhas tinham tonalidade ou saturação de cor próximo do amarelo, mas todas perderam tonalidade com o armazenamento.

A curcumina, principal pigmento nos rizomas de açafrão-da-terra, é responsável pela coloração amarela (Souza et al., 1997). Sua degradação ocorre por fatores como luz (Martins, 1993), pH e temperatura (Tonnesen; Karlsen, 1985 citado por Rusig; Martins, 1992). Contudo, os efeitos mais deletérios são a combinação dos fatores luz e ar (Souza et al., 1997) que pode prejudicar a coloração da farinha, dependendo da embalagem utilizada. As embalagens recomendadas para farinha de mandioca são as de polipropileno pigmentado (Álvares et al., 2009), polipropileno e polipropileno biorientado metalizado (Pinho, 2016).

Não houve interação entre os fatores para as variáveis cinzas, proteína bruta, fibra bruta, luminosidade e coordenada a* (Tabela 2).

Tabela 1. Valores médios de parâmetros físicos e físico-químicos de farinhas de mandioca produzidas em Cruzeiro do Sul, AC, com diferentes concentrações de açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.) e armazenadas por até 24 meses.

T ⁽¹⁾	Acidez* (meq NaOH.100 ⁻¹ g)			Amido* (%)		
	0	18	24 ⁽²⁾	0	18	24
0,00	1,64 dB	2,98 dA	2,99 cA	90,54 bcB	87,91 aC	95,11 aA
0,05	2,16 cB	4,32 cA	3,29 bA	92,50 aB	88,91 aC	94,35 aA
0,10	2,85 bB	4,49 bcA	3,94 bA	90,11 bcB	88,26 aC	95,44 aA
0,15	2,98 bB	4,94 abA	4,61 abA	91,85 abB	87,94 aC	95,98 aA
0,20	3,56 aB	5,14 aA	4,89 aA	89,89 cB	88,37 aB	94,78 aA
Média		3,73			91,46	
CV (%) ⁽³⁾		7,42			1,17	
T	Atividade de água*			Umidade* (%)		
	0	18	24	0	18	24
0,00	0,13 abB	0,68 aA	0,65 aA	6,36 abB	10,14 aA	10,68 aA
0,05	0,15 aB	0,64 abA	0,63 aA	6,01 abB	9,88 aA	10,54 aA
0,10	0,15 aC	0,65 abA	0,60 aB	7,03 aB	10,08 aA	10,34 aA
0,15	0,09 cB	0,62 bA	0,62 aA	5,41 bcB	10,44 aA	10,04 aA
0,20	0,10 bcB	0,66 abA	0,63 aA	4,50 cC	10,93 aA	9,82 aB
Média		0,47			8,81	
CV (%)		5,47			7,74	
T	Extrato etéreo* (%)			Coordenada b*		
	0	18	24	0	18	24
0,00	0,45 aC	0,99 aB	1,41 aA	23,84 cA	16,23 eB	16,19 eB
0,05	0,51 aB	0,79 aAB	1,01 bA	52,34 bA	38,00 dB	37,01 dB
0,10	0,66 aA	0,81 aA	0,84 bA	58,29 aA	47,64 cB	46,95 cB
0,15	0,67 aB	0,64 aB	1,13 abA	59,23 aA	54,21 bB	52,53 bC
0,20	0,76 aB	0,64 aAB	1,03 abA	59,62 aA	58,53 aA	56,91 aB
Média		0,82			45,17	
CV (%)		26,31			2,29	

Continua...

Tabela 1. Continuação.

T	Chroma*			Hue*		
	0	18	24	0	18	24
0,00	23,88 cA	16,33 eB	16,31 eB	93,09 bA	83,96 cB	83,17 cB
0,05	52,61 bA	38,13 dB	37,12 dB	95,80 aA	94,77 aB	94,24 aB
0,10	58,60 aA	47,80 cB	47,06 cB	95,91 aA	94,71 aB	93,83 abB
0,15	59,55 aA	54,29 bB	52,63 bC	95,93 aA	93,20 bB	93,43 abB
0,20	59,94 aA	58,60 aA	56,98 aB	95,90 aA	92,94 bB	92,84 bB
Média		45,32			92,91	
CV (%)		2,30			0,72	

⁽¹⁾ Concentrações de 0,00; 0,05; 0,10; 0,15 e 0,20% de açafrão-da-terra na farinha de mandioca (T). ⁽²⁾ Tempo de armazenamento em meses. ⁽³⁾ Coeficiente de variação (CV).

* Significativo ao nível de 5,00% pelo teste T.

Letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si ao nível de 5,00% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Valores médios da caracterização físico-química e características de cromaticidade de farinhas de mandioca produzidas em Cruzeiro do Sul, AC, com diferentes concentrações de açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.) e armazenadas por até 24 meses.

TE ⁽¹⁾	Cinza*	Proteína bruta total*	Fibra bruta total*	Luminosidade*	T ⁽²⁾	Luminosidade*	Coordenada a*
0	0,87 a	1,43 a	1,42 a	93,57 a	0	90,67 a	0,81 a
18	0,65 b	0,77 c	0,78 b	88,12 b	0,05	90,80 a	-3,74 b
24	0,62 c	1,08 b	1,03 b	88,28 b	0,10	90,05 ab	-4,37 c
–	–	–	–	–	0,15	89,52 bc	-4,11 bc
–	–	–	–	–	0,20	88,90 c	-3,99 bc
Média	0,71	1,09	1,07	89,99	média	89,99	-3,08
CV (%) ⁽³⁾	5,56	24,25	38,49	1,18	CV (%)	1,18	14,73

⁽¹⁾ Tempo de armazenamento em meses (TE). ⁽²⁾ Concentrações de 0,00; 0,05; 0,10; 0,15 e 0,20% de açafrão-da-terra na farinha de mandioca (T). ⁽³⁾ Coeficiente de variação (CV).

* Significativo ao nível de 5,00% pelo teste T.

Letras diferentes, na coluna, diferem entre si ao nível de 5,00% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Traço (–): informação não aplicável.

Com o tempo de armazenamento, houve redução no teor de cinzas, proteína e fibra bruta total nas farinhas, que pode ter sido influenciada pelo aumento do teor de umidade. As farinhas com maiores concentrações de açafrão-da-terra apresentaram uma coloração mais escura. Além disso, independentemente da concentração inicial, o tempo de

armazenamento contribuiu para o escurecimento. Spinello et al. (2014) observaram redução da luminosidade em *snacks* extrusados fabricados de farinha de mandioca com cúrcuma, quando em condições de alta umidade e alta concentração de açafrão-da-terra.

Conclusão

- 1) O tempo de armazenamento da farinha de mandioca artesanal com açafração-da-terra, em embalagem dupla, sacos de polietileno mais sacos de rafia à temperatura ambiente, deve ser inferior a 18 meses, para evitar reabsorção de água, escurecimento e perda da coloração amarelada.

Agradecimentos

Aos produtores de farinha pelo auxílio no experimento e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro da bolsa de iniciação científica.

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.
- ÁLVARES, V. de S.; SOUZA, J. M. L.; NEGREIROS, J. R. S.; LESSA, L. S.; COSTA, D. A. Efeito da embalagem na qualidade de farinhas de mandioca 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. 1200-1204. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/495857>. Acesso em: 26 set. 2023.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 19. ed. Arlington, 2012. v. 2, 559 p.
- BRAGA, J. K. A.; ÁLVARES, V. de S.; LAMBERTUCCI, D. M.; SENA, J. P. S.; SENA, A. P. S.; SOUZA, J. M. L. Prospecção da produção e uso do açafração-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. (Embrapa Acre. Eventos técnicos & científicos, 4). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1145953>. Acesso em: 26 set. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011. Regulamento técnico da farinha de mandioca. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 8 nov. 2011, Seção 1, p. 18-20. Disponível em: <https://sis-temasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=497488882>. Acesso em: 18 set. 2023.
- EUROPEAN COMMUNITIES. Commission directive 1999/79/CE of 27 July 1999. Determination of starch: polarimetric method. **Official Journal of the European Communities**, L 209, v. 42, p. 23- 27, 7 Aug. 1999.
- 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>.
- MARTINS, M. C. **Obtenção e avaliação de curcuma a partir de rizomas secos de cúrcuma (*Curcuma longa* L.)**. 1993. 194 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- PINHO, L. S. **Influência da embalagem na manutenção da estabilidade e autenticidade da farinha de mandioca copioba**. 2016. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA.
- RUSIG, O.; MARTINS, M. C. Efeito da temperatura, do pH e da luz sobre extratos de oleoresina de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) e curcumina. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, v. 1, n. 1, p. 158-164, 1992.
- SENA, A. P. S.; ÁLVARES, V. de S.; LAMBERTUCCI, D. M.; MALVAZI, F. W.; BRAGA, J. K. A.; SOUZA, J. M. L. Prospecção do açafração-da-terra em pó comercializado em Cruzeiro do Sul. 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. 81-88. (Embrapa Acre. Eventos técnicos & científicos, 4). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1145955>. Acesso em: 26 set. 2023.
- SOUZA, C. R. A.; OSME, S. F.; GLÓRIA, M. B. A. Stability of curcuminoid pigments in model systems. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 21, n. 5, p. 353-363, Nov. 1997. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.1997.tb00789.x>.
- SPINELLO, A. M.; LEONEL, M.; MISCHAN, M.; CARMO, E. L. Cassava and turmeric flour blends as new raw materials to extruded snacks. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 1, p. 68-75, jan./fev. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000100008>.

Levantamento de himenópteros parasitoides na Terra Indígena Puyanawa, Mâncio Lima, Acre, Brasil, com utilização de armadilha Malaise

Vanessa Vitória Leão da Silva⁽¹⁾, Rodrigo Souza Santos⁽²⁾ e Angélica Maria Martins Penteado-Dias⁽³⁾

⁽¹⁾ Bolsista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Professora, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

Resumo – Os parasitoides possuem grande importância ecológica na regulação de populações de insetos fitófagos, atuando como controladores naturais de pragas agrícolas e florestais. O conhecimento acerca dos parasitoides em determinada região é o primeiro passo para identificar espécies com potencial para o controle biológico aplicado. Assim, o objetivo deste trabalho foi prospectar parasitoides das famílias Ichneumonidae e Braconidae, em roçado de mandioca e floresta primária, na Terra Indígena Puyanawa, Mâncio Lima, AC. Foi instalada uma armadilha Malaise em cada ambiente e realizadas coletas mensais no período de agosto de 2018 a maio de 2021. Os insetos foram identificados em nível de subfamília, sendo capturados 4.483 parasitoides (2.188 no roçado e 2.295 na floresta). Foram identificadas seis subfamílias de Ichneumonidae, sendo Cremastinae e Cryptinae as mais abundantes no roçado e floresta, respectivamente. Com relação à Braconidae, foram identificadas oito subfamílias, sendo Microgastrinae a mais abundante nos dois ambientes. Pela abundância de subfamílias que abrigam espécies de parasitoides de Lepidoptera, sugere-se que há fluxo de parasitoides da floresta primária para o roçado de mandioca, podendo contribuir para controlar populações de lepidópteros nesse agroecossistema.

Termos para indexação: Amazônia, biodiversidade, Ichneumonoidea.

Survey of hymenoptera parasitoids in the Puyanawa Indigenous Land, Mâncio Lima, Acre, Brazil, using a Malaise trap

Abstract – Parasitoids have great ecological importance in regulating populations of phytophagous insects, acting as natural controllers of agricultural and forestry pests. Knowledge about parasitoids in a given region is the first step to identifying species with potential for applied biological control. Thus, the aim of this work was to prospect for parasitoids from the Ichneumonidae and Braconidae families, in cassava fields and primary forest, in the Puyanawa indigenous land, Mâncio Lima, state of acre, Brazil. A Malaise trap was installed in each environment and monthly samples were carried out from August 2018 to May 2021. The insects were identified at the subfamily level, with 4,483 parasitoids captured (2,188 in the fields and 2,295 in the forest). Six subfamilies of Ichneumonidae were identified, with Cremastinae and Cryptinae being the most abundant in the farmland and forest, respectively. Regarding Braconidae, eight subfamilies were identified, with Microgastrinae being the most abundant in both environments. Due to the abundance of subfamilies that harbor species of Lepidoptera parasitoids, it is suggested that there is a flow of parasitoids from the primary forest to the cassava field, which may contribute to controlling Lepidoptera populations in this agroecosystem.

Index terms: Amazon, biodiversity, Ichneumonoidea.

Introdução

Um dos métodos empregado no manejo integrado de pragas (MIP) é o controle biológico, que consiste na utilização de inimigos naturais (microrganismos, predadores e/ou parasitoides) no controle de populações de insetos-praga (Prattisoli, 2009).

Muitas espécies de insetos atuam como agentes naturais no controle biológico de pragas agrícolas e florestais, sendo a ordem Hymenoptera uma das mais profícuas, pois abriga uma enorme gama de espécies de parasitoides (Parra et al., 2002), os quais atuam como reguladores populacionais de diversos grupos de insetos herbívoros de importância econômica (Gallo et al., 2002). Além disso, muitas espécies são consideradas boas bioindicadoras da qualidade ambiental, visto que a modificação do ambiente acarreta perda de habitat dos hospedeiros e conseqüentemente alteração na ocorrência e frequência desses insetos (Kumagai; Graf, 2000).

As famílias Ichneumonidae e Braconidae são as que abrigam o maior número de espécies dentro da superfamília Ichneumonoidea e muitas são empregadas no controle biológico aplicado de espécies de coleópteros, dípteros, himenópteros e lepidópteros pragas (Parra et al., 2002). Sem sua ação controladora, as populações de insetos fitófagos e herbívoros aumentariam consideravelmente, com conseqüente impacto negativo em culturas de interesse econômico (LaSalle; Gauld, 1993; Gallo et al., 2002).

Embora sua função e importância ecológica e econômica sejam evidentes, estudos sobre a fauna de himenópteros parasitoides são escassos na região Norte do Brasil, especialmente os realizados no estado do Acre. Assim, este trabalho teve por objetivo prospectar himenópteros parasitoides em dois ambientes (agroecossistema e ambiente natural) na Terra Indígena Puyanawa, utilizando armadilha Malaise.

Material e métodos

O estudo foi conduzido na Terra Indígena Puyanawa, localizada no município de Mâncio Lima, AC, no período de agosto de 2018 a maio de 2021.

As amostragens foram realizadas por meio de duas armadilhas de interceptação de voo (armadilha Malaise) (Figura 1), contendo solução de Dietrich como meio conservante. Uma armadilha foi instalada no interior de floresta primária (50 m da bordadura) e outra em um roçado de mandioca adjacente (15 m da bordadura). As amostragens foram mensais, totalizando 17 coletas durante o período.

O material coletado foi encaminhado ao Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre, onde foi triado, separando os himenópteros parasitoides dos demais grupos. Posteriormente, os parasitoides foram enviados à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, para identificação taxonômica dos Ichneumonidae e Braconidae, ao nível de subfamília, segundo Gauld (1991).

A dominância (D) foi calculada segundo Berger-Parker (Southwood, 2021), definida pela fórmula $D\% = (i/t) \times 100$, em que *i* é o número total de indivíduos de uma espécie e *t* é o total de indivíduos coletados. Posteriormente as subfamílias foram agrupadas de acordo com as categorias estabelecidas por Friebe (1983): eudominante ($D > 10,0\%$); dominante ($D > 5,0\% < 10,0\%$); subdominante ($D > 2,0\% < 5,0\%$); eventual ($D = 1,0\% < 2,0\%$) e rara ($D < 1,0\%$).

A constância foi calculada por meio da porcentagem de ocorrência das subfamílias pela fórmula $C = (C_i/N_c) \times 100$, em que *C* é a porcentagem de constância, *C_i* é o número de coletas contendo a subfamília e *N_c* é o número total de coletas efetuadas. Pelas porcentagens, as subfamílias foram agrupadas nas categorias: 1) constantes (*x*) – presentes em mais de 50,0% das coletas; 2) acessórias (*y*) – presentes entre 25,0 a 50,0% das coletas; e 3) acidentais (*z*) – presentes em menos de 25,0% das coletas (Silveira Neto et al., 1976).

Os insetos foram depositados na Coleção Entomológica do Departamento de Biologia Evolutiva da UFSCar.

Resultados e discussão

Nas 17 amostragens realizadas foram coletados 4.483 parasitoides nas duas áreas, sendo 2.188 espécimes no roçado de mandioca e 2.295 na floresta primária (Tabelas 1 e 2). Esse resultado mostra uma equidade em número de espécimes de parasitoides coletados no agroecossistema (roçado) e no ambiente natural (floresta primária), sugerindo um fluxo de insetos da mata interagindo no monocultivo.

Foram identificadas seis subfamílias de Ichneumonidae, sendo cinco registradas no roçado e seis no ambiente florestal (Tabela 1). A subfamília Tersilochinae foi encontrada somente na floresta primária. Essa subfamília é distribuída globalmente e abriga espécies endoparasitoides cenobiontes de Coleoptera, especialmente das famílias Curculionidae e Chrysomelidae (Khalaim; Sheng, 2009). No Brasil, coleópteros dessas famílias não são reportados como pragas na cultura da mandioca, o que pode explicar a ausência de espécimes de Tersilochinae capturados pela armadilha instalada no roçado de mandioca.



Foto: Rodrigo Souza Santos

Figura 1. Armadilha Malaise instalada no interior de floresta primária na Terra Indígena Puyanawa, Mâncio Lima, Acre.

Tabela 1. Subfamílias, número de espécimes e constância⁽¹⁾ de Ichneumonidae coletados em floresta primária e roçado de mandioca na Terra Indígena Puyanawa, Mâncio Lima, Acre, agosto de 2018 a maio de 2021.

Subfamília	Local de instalação das armadilhas Malaise				Total	Total coletado (%)
	Roçado de mandioca	Constância (%)	Floresta primária	Constância (%)		
Campopleginae	190	35,2(y)	363	64,7(x)	553	25,3
Cremastinae	423	23,5(z)	139	11,7(z)	562	25,7
Cryptinae	182	41,2(y)	411	70,5(x)	593	27,1
Ichneumonidae	32	5,8(z)	29	17,6(z)	61	2,8
Orthocentrinae	93	23,5(z)	315	–	408	18,6
Tersilochinae	–	–	11	11,7(z)	11	0,5
Total	920	–	1.268	–	2.188	100,0

⁽¹⁾ Acessória (y), constante (x) e acidental (z).

Traço (–): informação não aplicável.

A subfamília Cremastinae (Figura 2A) foi a mais abundante no roçado (45,9% do total de parasitoides coletados nessa área), embora seja categorizada como uma subfamília acidental (Tabela 1). Esse resultado sugere que pode haver sazonalidade na ocorrência das espécies dessa subfamília, ou que estão presentes no agroecossistema apenas quando há hospedeiros disponíveis. Espécies de Cremastinae são endoparasitoides cenobiontes de larvas de lepidópteros e, menos comumente, de

coleópteros fitófagos como Chrysomelidae e Curculionidae (Quicke, 2014). A maioria de suas espécies parasita hospedeiros que vivem em folhas enroladas, em brotos jovens e frutos macios (Gauld, 2006). Essa subfamília é uma das mais importantes utilizadas para controle biológico na América Central e é mais abundante em ambientes abertos ou secos, tais como agroecossistemas, sendo algumas espécies inimigas naturais de pragas agrícolas (Gauld, 2000). Assim, a alta abundância de Cremastinae

no monocultivo pode ser explicada pelo agroecossistema ser um ambiente mais aberto em relação à floresta primária e por abrigar e concentrar em uma área menor possíveis hospedeiros preferenciais de espécies dessa subfamília (e.g. lepidópteros).

Cryptinae (Figura 2B) foi mais abundante no ambiente florestal (32,4% do total dos parasitoides coletados nessa área) e também foi considerada uma subfamília constante (Tabela 1). Segundo Gauld (2006), os Cryptinae são provavelmente o grupo de Ichneumonidae mais rico em espécies da região Neotropical. O autor relata que essa subfamília possui uma grande diversidade de hospedeiros das ordens Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Araneae.

Quanto ao parâmetro dominância, na floresta primária Campopleginae, Cremastinae e Cryptinae foram categorizadas como eudominantes, enquanto Tersilochinae como rara. No roçado, as subfamílias Campopleginae, Cremastinae e Orthocentrinae foram eudominantes. Em estudo desenvolvido por Santos et al. (2016) em remanescente florestal localizado em Rio Branco, AC, as famílias Cremastinae e Cryptinae foram eudominantes, enquanto Campopleginae foi categorizada como dominante. O presente trabalho reforça que essas subfamílias mencionadas são as mais prevalentes em ambientes florestais no estado do Acre.

Tabela 2. Subfamílias, número de espécimes e constância⁽¹⁾ de insetos de Braconidae coletados em floresta primária e roçado de mandioca na Terra Indígena Puyanawa, Mâncio Lima, Acre, agosto de 2018 a maio de 2021.

Subfamília	Local de instalação das armadilhas Malaise				Total	Total coletado (%)
	Roçado de mandioca	Constância (%)	Floresta primária	Constância (%)		
Agathidinae	31	5,8(z)	–	–	31	1,4
Braconinae	80	29,4(y)	149	58,8(x)	229	9,9
Cheloninae	253	23,5(z)	35	17,6(z)	288	12,5
Doryctinae	63	17,6(z)	65	35,2(y)	128	5,6
Macrocentrinae	45	5,8(z)	–	–	45	1,9
Microgastrinae	579	52,9(x)	703	70,5(x)	1.282	55,8
Rogadinae	82	23,5(z)	205	64,7(x)	287	12,5
Orgilinae	–	–	5	5,8(z)	5	0,2
Total	1.133	–	1.162	–	2.295	100,0

⁽¹⁾ Acidental (z), acessória (y) e constante (x).

Traço (–): informação não aplicável.



Figura 2. Espécimes pertencentes às subfamílias: Cremastinae (A) e Cryptinae (B).

Foram identificadas oito subfamílias de Braconidae, sendo sete no roçado e seis na floresta. A subfamília Microgastrinae (Figura 3) foi a mais abundante, sendo categorizada como eudominante e constante nos dois ambientes e correspondeu a 55,8% do total de braconídeos coletados (Tabela 2).

Microgastrinae é uma subfamília cosmopolita e constitui o grupo mais importante de parasitoides de Lepidoptera (Wharton et al., 2017). Assim, o fato dessa subfamília ser abundante e constante no roçado de mandioca sugere que esteja controlando lepidópteros praga nessa cultura. Em pesquisa desenvolvida por Sutil et al. (2017) na Terra Indígena Kaxinawá, Feijó, AC, a subfamília Microgastrinae também foi a mais abundante e eudominante em floresta primária, corroborando os resultados obtidos no presente trabalho e indicando que essa subfamília tem ampla distribuição em ambientes florestais no Acre.

Pelos resultados obtidos, observou-se que houve semelhança das subfamílias de Ichneumonidae e Braconidae capturadas nos dois ambientes, indicando um fluxo de insetos do ambiente natural para o agroecossistema. Ademais, este trabalho contribuiu para aumentar o conhecimento sobre a fauna de Ichneumonidae e Braconidae na região Amazônica, especialmente em áreas indígenas no estado do Acre.

Foto: John Mayer



Figura 3. Espécime pertencente à subfamília Microgastrinae.

Conclusão

- 1) Pela abundância de subfamílias, as quais abrigam espécies de parasitoides de Lepidoptera, conclui-se que o controle biológico natural pode apresentar considerável potencial de eficácia para o controle de pragas no roçado de mandioca na Terra Indígena Puyanawa.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica à primeira autora, aos doutores Luís Felipe Ventura de Almeida e Priscilla Tominaga Higa pela identificação das subfamílias de Braconidae e Ichneumonidae, respectivamente, ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Hymenoptera Parasitoides (INCT Hympar) e a todos os colaboradores do Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre.

Referências

- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GAULD, I. D. **The Ichneumonidae of Costa Rica, 1**. Gainesville: The American Entomological Institute, 1991. 600 p.
- GAULD, I. D. **The Ichneumonidae of Costa Rica, 3**. Gainesville: The American Entomological Institute, 2000. 453 p.
- GAULD, I. D. Familia Ichneumonidae. In: HANSON, P. E.; GAULD, I. D. (ed.). **Hymenoptera de la región neotropical**. Gainesville: The American Entomological Institute, 2006. 994 p.
- KHALAIM, A.; SHENG, M. L. Review of Tersilochinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) of China, with descriptions of four new species, **Zookeys**, v. 14, p. 67-81, July 2009. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.14.141>.
- KUMAGAI, A. F.; GRAF, V. Ichneumonidae (Hymenoptera) de áreas urbana e rural de Curitiba, Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, v. 29, n. 1-4, p. 153-168, jan./dez. 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abpr.v29i0.588>.
- LASALLE, J.; GAULD, I. D. **Hymenoptera and biodiversity**. Wallingford: C.A.B. International, 1993. 348 p.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 125-137.

PRATISSOLI, D. *Trichogramma* como agente de controle biológico. In: ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, M. C. (ed.).

Controle biológico de pragas e doenças: exemplos práticos. Viçosa: UFV/DFP, 2009. p. 183-210.

QUICKE, D. L. J. **The braconid and ichneumonid parasitoid wasps: biology, systematics, evolution and ecology.** Oxford: Willey-Blackwell, 2014. 663 p.

SANTOS, R. S.; ONODY, H. C.; SILVA, E. N. da; SUTIL, W. P.; OLIVEIRA, J. F. A. de; PENTEADO DIAS, A. M. Ichneumonidae (Hymenoptera) capturados em armadilhas Malaise, em Rio Branco, AC. In: CONGRESSO ONLINE DE AGRONOMIA CONVIBRA, 4., 2016. **Anais...** São Paulo: Instituto Pantex de Pesquisa, 2016. 7 p.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N. A. V. **Manual de ecologia dos insetos.** Piracicaba: Ceres, 1976. 419 p.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods.** 5. ed. New York: Oxford University Press, 2021. 528 p.

SUTIL, W. P.; SANTOS, R. S.; PENTEADO DIAS, A. M.; VASCONCELOS, A. S.; AZEVEDO, T. S.; SILVA, W. Levantamento de parasitoides (Hymenoptera) em floresta nativa, na terra indígena Kaxinawá de Nova Olinda, AC. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFAC, 26., 2017, Rio Branco, AC. **Anais...** Rio Branco, AC: UFAC, 2017. p. 536.

WHARTON, R. A.; MARSH, P. M.; SHARKEY, M. J. **Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera).** 2. ed. Washington: International Society of Hymenopterists, 2017. 804 p.

Produção de mudas de *Euterpe precatoria* em substrato contendo diferentes proporções de biochar de caroço de açaí

Jennyfer Tamara de Lima Barbosa⁽¹⁾, Conceição Paula Bandeira Rufino⁽²⁾, Romeu de Carvalho Andrade Neto⁽³⁾, Aurenny Maria Pereira Lunz⁽³⁾ e Andrea Alechandre da Rocha⁽²⁾

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

Resumo – O biocarvão ou biochar é um material que tem sido amplamente difundido como condicionador de substrato, além de um bom suprimento nutricional, porém ainda há poucos estudos avaliando seu uso na produção de mudas. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar proporções de biochar de caroço de açaí para a produção de muda de *Euterpe precatoria* Mart. O experimento foi instalado e conduzido no viveiro da Embrapa Acre. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 6 x 2, com 12 tratamentos, combinando seis proporções de biochar (0,0; 10,0; 20,0; 30,0; 40,0 e 50,0% (V/V)) e duas adubações (NPK+ micronutrientes e fertilizante de liberação controlada). Nas avaliações mensuradas aos 12 meses após a repicagem foram medidos altura total da planta, altura do folíolo da folha mais alta, diâmetro do colo e número de folhas. Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão, utilizando-se o software Sisvar. Proporções maiores de biocarvão de caroço de açaí na produção de mudas de *Euterpe precatoria* propiciaram melhor desenvolvimento, promovendo melhorias significativas em todas as características analisadas, exceto número de folhas em função da adubação convencional NPK+ micronutrientes.

Termos para indexação: Amazônia, biocarvão, adubação.

Propagation of *Euterpe precatoria* seedlings in substrate containing different proportions of açaí seed biochar

Abstract – Biochar is a material that has been widely promoted as a substrate conditioner, as well as a good nutritional supply; however, there are still few studies evaluating its use in seedling production. Therefore, the aim of this study was to evaluate proportions of açaí seed biochar for the production of *Euterpe precatoria* Mart seedlings. The experiment was set up and conducted in the Embrapa Acre nursery. The experimental design adopted was randomized blocks in a 6 x 2 factorial scheme, with 12 treatments, combining six proportions of biochar (0.0, 10.0, 20.0, 30.0, 40.0 and 50.0% (V/V)) and two fertilizations (NPK+ micronutrients and controlled-release fertilizer). In the evaluations measured at 12 months after transplanting, the total plant height, height of the highest leaflet, stem diameter, and number of leaves were measured. The data were subjected to analysis of variance and regression analysis, using the Sisvar software. Higher proportions of açaí seed biochar in the production of *Euterpe precatoria* seedlings provided better development, promoting significant improvements in all analyzed characteristics, except for the number of leaves in relation to conventional NPK+ micronutrient fertilization.

Index terms: Amazon, biochar, fertilization.

Introdução

O açazeiro-solteiro (*Euterpe precatoria* Mart.) é uma espécie nativa da Amazônia Ocidental que possui caule único. O fruto do açaí tem sido mundialmente demandado por conter propriedades químicas funcionais, sendo considerado uma superfruta (Yamaguchi et al., 2015). A demanda de frutos pelas agroindústrias é atendida quase todo o ano no Acre (Cartaxo et al., 2020), mas a falta de constância na oferta em determinadas épocas acarreta desequilíbrios e prejuízos na cadeia produtiva.

Assim, o sucesso dos pomares de cultivo adensados de açazeiro se inicia a partir do uso de mudas bem nutridas e vigorosas que, por sua vez, são obtidas em substratos com propriedades físicas e químicas adequadas capazes de assegurar às plantas desenvolvimento inicial satisfatório ao serem levadas a campo (Crispim et al., 2020).

O biocarvão é um produto oriundo do processo de pirólise controlada de biomassa quando submetida a altas temperaturas, variando entre 300,0 e 900,0 °C (Shafaghat et al., 2016). Sua produção pode ser obtida a partir de matéria orgânica, sendo as mais comuns provenientes das atividades agrícolas, haja vista a redução significativa de resíduos. Entre essas matérias-primas destacam-se: casca de babaçu, casca de pínus (Centurião et al., 2021) e o próprio caroço de açaí (Mendonça, 2019).

Entre os tipos de substratos disponíveis no mercado o biochar é uma alternativa viável como condicionador (Petter et al., 2012). Portanto, o aproveitamento dos resíduos da agroindústria para a produção de biochar é de suma importância, uma vez que esse produto poderá agregar valor a uma parte do material que normalmente é descartado, além de ser utilizado para a produção de mudas. O objetivo deste trabalho foi avaliar proporções de biochar de caroço de açaí para a produção de muda de *Euterpe precatoria* Mart.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no viveiro situado no campo experimental da Embrapa Acre, em Rio Branco, Acre, Brasil (10°1'30"S, 67°42'18"W a 160 m acima do nível do mar), no período de agosto de 2022 a agosto de 2023. O clima da região é classificado como quente e úmido, com temperatura média máxima de 30,9 °C, média de 25,08 °C, mínima média de 20,8 °C, umidade relativa média do ar de 83,0% e precipitação pluviométrica anual média de 1.648 mm.

O delineamento experimental adotado foi em blocos completos ao acaso em esquema fatorial 6 x 2, sendo seis proporções de biochar e dois adubos, com 12 tratamentos e três repetições, e oito plantas por parcela. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de seis proporções de biochar (0,0; 10,0; 20,0; 30,0; 40,0 e 50,0% (V/V)) e dois métodos de adubação, sendo um NPK+ micronutrientes e outro fertilizante de liberação controlada (Basacote Plus 12M NPK 15-08-12) contendo também 2,0% de MgO, 5,0% de S, 0,02% de B, 0,05% de Cu, 0,4% de Fe, 0,06% de Mn, 0,015% de Mo e 0,02% de Zn.

O biochar de caroço de açaí foi produzido na Colônia Baixa Verde, município de Plácido de Castro (10°3'14"S, 67°13'13"W). A matéria-prima, sementes de açaí (caroços), foi obtida de agroindústrias locais, que fazem a disposição final na Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos de Rio Branco (Utre). Após a coleta, os caroços de açaí foram secos a pleno sol. Em seguida, realizou-se a queima das sementes secas em forno de pirólise artesanal, em condições de temperatura de 300,0 °C, por 120 horas durante 5 dias. Para finalizar o processo de secagem o forno foi revestido duas vezes com suspensão de argila. Uma vez resfriado, abriu-se o forno para a retirada do biocarvão que foi triturado e peneirado para padronização.

Em viveiro, as mudas de açaí utilizadas no experimento foram produzidas a partir de sementes de *Euterpe precatoria* obtidas de plantas da Embrapa Acre. Após a semeadura em sementeira de areia e germinação foram selecionadas plântulas padronizadas, em estágio de palito em torno de 4 cm e repicadas para tubetes de 800 mL. Durante a permanência das mudas em viveiro com 70,0% de sombreamento, foram realizados irrigações diárias, por meio de sistema de nebulização, e controle de plantas daninhas, pelo método físico de arranquio manual, sempre que necessário.

Posteriormente, foram preparados dois protocolos de adubações usando as mesmas proporções de biocarvão de caroço de açaí, sendo misturados ao substrato Maxfertil. No primeiro protocolo foram misturados 8,00 kg m⁻³ do fertilizante de liberação controlada antes do transplantio das plântulas. No segundo protocolo, as plantas foram submetidas à adubação de NPK+ micronutrientes por 12 meses, ocorrendo 21 aplicações quinzenais, com doses de 0,30 g, totalizando 6,40 g por tubete.

A adubação convencional das plântulas de açazeiro com NPK+ micronutrientes consistiu na mistura de vários fertilizantes, como ureia (45,0% N), superfosfato simples (18,0% P₂O₅), superfosfato triplo (46,0% P₂O₅), cloreto de potássio (60,0%

K₂O), sulfato de magnésio (K₂O 1,0%; S 11,80%; Mg 9,0%; S-SO₄ 11,80%) e FTE BR 12 (S 3,9%; B 1,8%; Cu 0,85%; Mn 2,0%), e foi baseada na formulação do Basacote Plus 12M NPK 15-08-12 (N 15,0%; P 8,0%; K 12,0%; S 5,0%; Mg 1,2%; B 0,02%; Cu 0,05%; Fe 0,4%; Mn 0,06% e Mo 0,015%).

Aos 12 meses após a repicagem das plântulas, as variáveis fitotécnicas analisadas foram: 1) altura total da planta (cm); 2) altura do folíolo da folha mais alta (cm) com auxílio de uma régua graduada; 3) diâmetro do colo (mm) com auxílio de um paquímetro; e 4) número de folhas.

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett para verificação da normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Posteriormente, realizou-se a análise de variância, e, quando significativa, a regressão para as proporções do biochar. Entre os tipos de adubo, foi aplicado o teste de Tukey a 5,0% de probabilidade. A análise dos dados foi realizada por meio do software estatístico Sisvar (Ferreira, 2019).

Resultados e discussão

A análise de variância indicou interação significativa ($p < 0,05$) apenas para o número de folhas e altura total da planta (Tabela 1). Em relação ao efeito isolado, as proporções de biocarvão diferiram estatisticamente para as variáveis número de folhas, altura do caule, altura total da planta e diâmetro do coleto. Quanto aos adubos, houve efeito significativo para todas as variáveis estudadas.

Observou-se tendência de decréscimo linear com aumento da proporção de biocarvão de caroço de açaí em função da adubação convencional NPK+ micronutrientes, comparada com a adubação de fertilizante de liberação controlada que foi crescente, possibilitando as melhores proporções de 40,0 e 50,0% de biocarvão para a produção de mudas (Figura 1A).

Tabela 1. Resultados da análise de variância do número de folhas (NF), altura do caule (AC), altura do pecíolo da folha maior (AP), altura total da planta (ATP) e diâmetro do coleto (DC), em mudas de *Euterpe precatoria* Mart. aos 12 meses após a repicagem submetidas a diferentes proporções de biocarvão de caroço de açaí em função da adubação de NPK+ micronutrientes e fertilizante de liberação controlada.

Fonte de variação	GL ⁽¹⁾	Quadrado médio				
		NF	AC	AP	ATP	DC
Bloco	2	0,03*	0,85 ^{ns}	9,92 ^{ns}	9,77 ^{ns}	0,24 ^{ns}
Proporção de biochar	5	0,41*	10,36*	43,30 ^{ns}	131,76*	4,98*
Adubo	1	4,95*	204,01*	664,00*	1.480,58*	31,99*
Biochar* adubo	5	1,76*	5,45 ^{ns}	17,34 ^{ns}	51,73*	2,88 ^{ns}
Erro	22	1,79	3,54	16,84	18,95	1,36
Total	35	–	–	–	–	–
CV (%) ⁽²⁾	–	5,79	10,67	12,63	8,47	8,90

⁽¹⁾ Grau de liberdade (GL). ⁽²⁾ Coeficiente de variação (CV).

* Significativo a 5,0% de probabilidade pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

Traço (–): informação não aplicável.

Na variável altura total da planta observou-se que a adubação de NPK+ micronutrientes é superior em relação à adubação de fertilizante de liberação controlada em todas as proporções de biocarvão que tiveram uma resposta linear, evidenciando que maiores proporções de biocarvão são eficientes na produção de mudas de *Euterpe precatoria* (Figura 1B). Ao se comparar a presente pesquisa, verificou-se que o incremento nas variáveis observadas está sempre correlacionado de forma positiva com a elevação das proporções do biocarvão, corroborando com Crispim et al. (2020) e Cavalcante et al. (2012).

Para altura do caule e diâmetro do coleto obteve-se resposta de regressão linear crescente, atingindo a maior proporção de biocarvão de 50,0% (Figuras 1C e 1D). O diâmetro do caule é uma das variáveis mais importantes de indicadores de padrão

de qualidade de muda, que está associado a um desenvolvimento mais acentuado da parte aérea, além de favorecer a sobrevivência e o desenvolvimento da muda após o plantio (Crispim et al., 2020).

Em função das adubações, as variáveis altura do caule, pecíolo e diâmetro do coleto (Tabela 2) diferiram estatisticamente entre si. Observou-se que a adubação de NPK+ micronutrientes proporcionou melhor desenvolvimento das mudas de *Euterpe precatoria*, comparada com a de fertilizante de liberação controlada (FLC). De acordo com Ferreira (2022), o biochar associado à adubação convencional enriquece a qualidade do solo, além de incrementar o diâmetro do caule do feijão-caupi. Holanda (2019) constatou que o biochar e a adubação mineral influenciaram quanto à altura e diâmetro do caule em moringa.

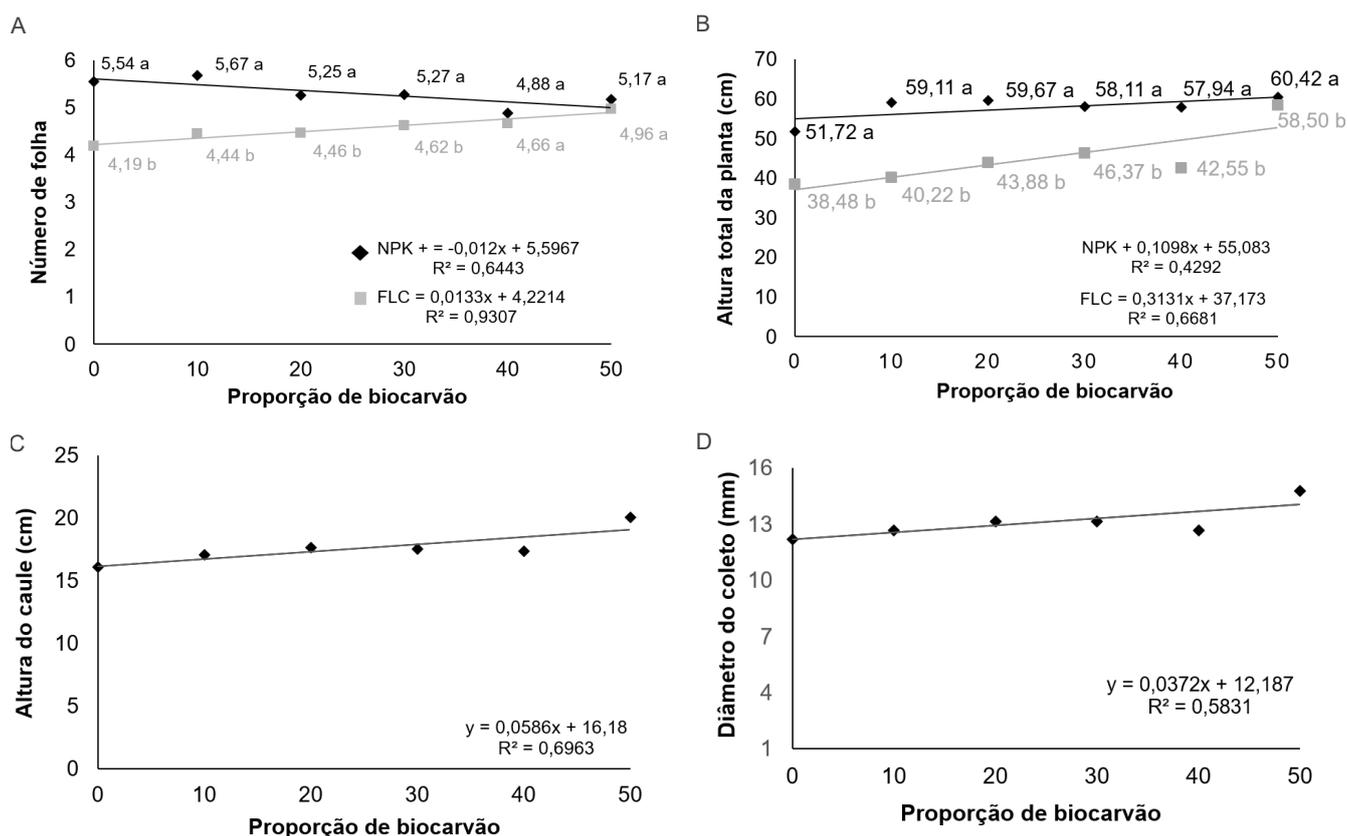


Figura 1. Número de folhas (A), altura total da planta (B), altura do caule (C) e diâmetro do coleto (D) de mudas de *Euterpe precatoria* Mart. aos 12 meses após a repicagem submetidas a diferentes proporções de biocarvão de caroço de açaí em função da adubação de NPK+ micronutrientes e fertilizante de liberação controlada.

Tabela 2. Altura do caule, altura do pecíolo e diâmetro do coleto de mudas de *Euterpe precatoria* Mart. aos 12 meses após a repicagem em função da adubação de NPK+ micronutrientes e fertilizante de liberação controlada (FLC).

Adubação	Variável de crescimento		
	Altura do caule (cm)	Altura do pecíolo (cm)	Diâmetro do coleto (mm)
NPK+	20,02 a	36,79 a	14,06 a
FLC	15,26 b	28,20 b	12,17 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5,0% de significância.

Conclusão

- 1) O aumento das proporções de biocarvão de caroço de açaí-solteiro de até 50,0%, como condicionador de substrato, influencia positivamente a qualidade das mudas de *Euterpe precatoria* Mart. em condições de viveiro.

Agradecimentos

À Embrapa Acre pela infraestrutura física para realização do experimento e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida.

Referências

CARTAXO, C. B. C.; GONZAGA, D. S. O. M.; SILVA, F. A. C.; BAYMA, A. M. A.; PERES, R. T.; MACIEL, V. T. Caracterização de agroindústrias familiares de frutas do Estado do Acre. In: CARTAXO, C. B. C.; GONZAGA, D. S. O. M. (ed.). **Perfil das agroindústrias familiares de frutas do Acre**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1100396>. Acesso em: 17 ago. 2023.

CARTAXO, C. B. C.; VASCONCELOS, M. A. M. de; PAPA, D. A.; GONZAGA, D. S. O. M.; ALVARES, V. S. **Euterpe precatoria** Mart.: boas práticas de produção na coleta e pós-coleta de açaí-solteiro. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2020. 55 p. (Embrapa Acre. Documentos, 166). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1130050>. Acesso em: 17 ago. 2023.

CAVALCANTE, I. H. L.; PETTER, F. A.; ALBANO, F. G.; SILVA, da R. R. S.; SILVA JÚNIOR, da G. B. Biochar no substrato para produção de mudas de maracujá amarelo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 111, n. 1, p. 41-77, ago. 2012.

CENTURIÃO, N. C.; USHIWATA, S. Y.; VILAR, C. C.; MARIMON JÚNIOR, B. H. Efeitos de biochars (carvões) provenientes de diferentes materiais na fertilidade de dois solos do Cerrado. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 19, n. 2, p. 70-80, 2021. DOI: <https://doi.org/10.30681/rcaa.v19i2.5135>.

CRISPIM, J. F.; LIMA, J. S. S.; SILVA, J. K. B.; SILVA, A. G. C.; FERDANDES, G. K. F.; BENTO, J. E. A. Aspecto nutricional do biocarvão na produção de mudas de rúcula em condições semiáridas. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 3, p. 12-17, maio/jun. 2020. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/3348>. Acesso em: 17 ago. 2023.

FERREIRA, K. D. R. de. **Características agrônomicas do feijão-caupi e bioindicadores de qualidade do solo após aplicação de biochar de resíduos animais**. 2022. 45 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

HOLANDA, R. F. **Crescimento inicial de Moringa oleifera (Moringa) em plantios homogêneos com diferentes adubações**. 2019. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba.

MENDONÇA, M. de S. **Biochar de caroço de açaí como condicionador de solo na produção de mudas de pimenta-do-reino (Piper nigrum L.)**. 2019. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Univesidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

PETTER, F. A.; MARIMON JUNIOR, B. H.; ANDRADE, F. R.; SCHOSSLER, T. R.; GONÇALVES, L. G.; MARIMON, B. S. Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de alface. **Agrarian**, v. 5, n. 17, p. 243-250, jul./set. 2012. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1386>. Acesso em: 17 ago. 2023.

SHAFAGHAT, H.; REZAEI, P.; DAUD, W. M. A. W. Catalytic hydrodeoxygenation of simulated phenolic bio-oil to cycloalkanes and aromatic hydrocarbons over bifunctional metal/acid catalysts of Ni/HBeta, Fe/HBeta and NiFe/HBeta. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 35, p. 268-276. Mar. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2016.01.001>.

YAMAGUCHI, K. K.; PEREIRA, L. F.; LAMARÃO, C. V.; LIMA, E. S. da; VEIGA-JUNIOR, V. F. Amazon acai: chemistry and biological activities: a review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137-151, July 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.055>.

Produtividade e teor de amido de variedades de mandioca do Acre, Amazônia

Rômulo Brando Bessa Ribeiro⁽¹⁾, Amauri Siviero⁽²⁾, Paulo Eduardo França de Macedo⁽³⁾, Lauro Sarai-va Lessa⁽³⁾, Luan Victor Araújo de Moraes⁽¹⁾ e Izabela Rodrigues Mafra Ferreira Moreira⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Analistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁴⁾ Engenheira-agrônoma, profissional autônoma, Cruzeiro do Sul, AC.

Resumo – A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma espécie vegetal de interesse econômico e social destacado para o estado do Acre. Pode ser utilizada para consumo de mesa ou no preparo de subprodutos, como a farinha e goma, cujo rendimento depende do teor de amido. Este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e o teor de amido de variedades de mandioca cultivadas no Acre. O experimento foi realizado no campo experimental da Universidade Federal do Acre, localizado em Cruzeiro do Sul, na safra 2021/2022. O delineamento do experimento foi inteiramente casualizado, avaliando 10 plantas, aos 13 meses de idade, usando 22 variedades da Coleção de Mandioca da Embrapa Acre, cultivadas no espaçamento de 1,0 x 1,0 m. As variedades de mandioca Caboquinha, Mulatinha Preta e Liberato foram as mais produtivas, sendo promissoras para o cultivo, e apresentaram altos teores de amido. A produtividade e o teor de amido não apresentaram boa correlação. Concluiu-se que não foi detectada uma relação direta entre a produtividade e os teores de amido das variedades testadas.

Termos para indexação: *Manihot esculenta*, cultivares, produção, Amazônia Ocidental.

Productivity and starch content of cassava varieties from Acre, Amazon

Abstract – Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is a plant species of outstanding economic and social interest in the state of Acre, Amazon. It can be used for table consumption or in the preparation of products such as flour and starch where the yield depends on the starch content. This work aimed to evaluate the productivity and starch content of cassava varieties grown in Acre, Amazon. The experiment was carried out at the Experimental Field of the Federal University of Acre located in Cruzeiro do Sul in the 2021/2022 harvest. The experimental design was completely randomized, evaluating 10 plants, at 13 months of age, using 22 varieties from the Embrapa Acre Cassava Collection, cultivated at a spacing of 1,0 x 1,0 m. The cassava varieties Caboquinha, Mulatinha Preta and Liberato were the most productive, being promising for cultivation and presented high starch content. Productivity and starch content did not show a good correlation. It was concluded that a direct relationship between productivity and starch content of the tested varieties was not detected.

Index terms: *Manihot esculenta*, cultivars, production, western Amazon.

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae) é uma espécie vegetal de destaque e interesse agrônomo para o estado do Acre, proporcionando retorno econômico e segurança alimentar, principalmente para os produtores rurais de baixa renda. É uma das mais importantes fontes de carboidrato para diversas famílias, apresentando dessa forma importância socioeconômica e cultural (Siviero et al., 2009). Considerada uma cultura rústica, apresenta tolerância a solos mais pobres em nutrientes, mais ácidos e adaptabilidade às condições climáticas adversas, sendo amplamente cultivada no estado do Acre.

A mandioca, conhecida popularmente como macaxeira ou aipim, pode ser consumida na forma in natura, no caso de cultivares “mansas” (baixo teor de ácido cianídrico), ou na forma de subprodutos, como beiju e farinha, principalmente. A produção de farinha exige uma grande demanda de mão de obra, gerando empregos e atividades laborais para populações rurais (Filgueiras; Homma, 2016). Analisando o horizonte temporal de 1995 a 2013, Filgueiras e Homma (2016) apontam uma variação positiva na produção de mandioca no Acre, em termos de aumento de área plantada, rendimento, valor e total de produção.

Contudo, Bergo et al. (2015) consideram a mandioca uma cultura com potencial genético pouco explorado pelos produtores acreanos, em virtude do uso de materiais genéticos de baixa qualidade, etapas de plantio e colheita em épocas não apropriadas e ausência de insumos no plantio, além da incidência de pragas e doenças. A busca de variedades mais produtivas e adaptadas para o estado do Acre mostra-se necessária para que sejam alcançados maiores índices de produção e maior eficiência.

Os indicadores mais relevantes pesquisados são a produtividade, época de colheita e teor de amido. O teor de amido é importante para a fabricação de farinha e depende da variedade de mandioca cultivada, em virtude da variabilidade genética de *Manihot esculenta* na Amazônia, além de ser de maior interesse para a produção industrial de farinha e fécula (Siviero; Flores, 2016).

Os dados de produtividade são importantes para produtores rurais e populações indígenas que cultivam, consomem e mantêm um banco de germoplasma da mandioca. Dados de amido são importantes para a agroindústria na fabricação de subprodutos da mandioca. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o teor de amido e a produtividade

de variedades de mandioca cultivadas no Acre, em busca de maior eficiência na mandiocultura.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em Cruzeiro do Sul, AC, no campo experimental da Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, em delineamento inteiramente casualizado, avaliando-se 10 plantas de 22 variedades da Coleção de Mandioca da Embrapa Acre (Tabela 1) aos 13 meses de idade cultivadas no espaçamento de 1,0 x 1,0 m na safra 2021/2022.

A produtividade, em toneladas por hectare, de cada variedade em campo foi estimada multiplicando o valor do peso médio de 10 plantas em quilograma por 10, aplicando-se um redutor de 20% visando compensar o espaço dedicado aos carregadores e ataque de pragas. Em campo foi avaliado o peso individual de raízes e teor de amido usando o método da balança hidrostática. O teor de amido foi calculado conforme metodologia utilizada por Rufino et al. (2015) sendo a matéria seca (MS) = $158,3 \times [\text{peso no ar} / (\text{peso no ar} - \text{peso na água})] - 142$ e o teor de amido (AM) = $MS - 4,61$.

Os dados de produtividade foram submetidos à análise de variância. Visando ao ranqueamento das variedades foi usado o teste de Scott-Knott por meio do programa estatístico Sisvar, conforme Ferreira (2011). Posteriormente os dados de produtividade e dos teores de amido foram correlacionados obtendo-se o coeficiente de correlação de Spearman.

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão apresentados os valores de produtividade de raízes em quilograma por planta das variedades de Cruzeiro do Sul e seu respectivo teor de amido. O coeficiente de correlação de Spearman obteve como resultados: S (Spearman) = 0,147 e P -value = 0,4478 e ρ = 0,1699605. Valores de ρ próximos a 1 ou -1 indicam uma correlação positiva forte e -1 uma correlação negativa forte. Valor de ρ próximo a 0 indica baixa ou ausência de correlação.

A produtividade e o teor de amido não apresentaram correlação, embora seja um caráter de interesse agrônomo a busca de variedades de mandioca produtivas e com alto teor de amido. O alto valor do coeficiente de variação experimental pode ser em parte explicado devido ao sombreamento parcial da área experimental e a utilização da média dos teores de amido por variedade devido ao uso de apenas uma amostra de 5,0 kg (repetição) por variedade para o teste de amido.

É importante ressaltar o desempenho agrônômico das variedades Caboquinha e Mulatinha Preta, que apresentaram alta produtividade (68,8 e 68,6 t

ha⁻¹) e alto teor de amido (29 e 31%), respectivamente, destacando-se como promissoras para a produção de farinha ou fécula.

Tabela 1. Resultados da produtividade (toneladas por hectare por planta) e dos teores de amido (percentagem) de variedades de mandioca cultivadas no Acre, 2023.

Variedade de mandioca	Produtividade (t ha ⁻¹)	Teor de amido (%)
Caboquinha	68,8 a	29
Mulatinha Preta	68,6 a	31
Liberato	67,4 a	22
Mansa e Brava	55,5 b	26
Cumaru	50,2 b	27
Santa Rosa	49,5 b	26
Mulatinha	45,6 c	24
Fortaleza	43,7 c	26
Amarelinha da Folha Comprida	39,8 c	24
Maria Faz Ruma	34,8 c	28
Curimen	33,5 c	27
Roxa 015	32,6 c	26
Brancona	32,3 c	30
Juruti	29,9 c	27
Manteiguinha	29,1 c	25
Amarelinha do Talo Verde	26,1 c	24
Ligeirinha Mansa	21,6 d	25
Tortinha	20,6 d	25
Santa Maria	1,95 d	27
Varejão	17,2 d	22
Chica de Coca	13,5 d	27
Paxiubão Brava	12,7 d	25

Coefficiente de variação = 44%.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Conclusão

- 1) Não foi detectada uma relação direta entre a produtividade e os teores de amido das variedades testadas, no entanto, esta pesquisa detectou que as variedades Caboquinha e Mulatinha Preta são promissoras para programas de melhoramento, apresentando bons caracteres agrônômicos.

Agradecimentos

À Embrapa Acre, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundo Amazônia, professor Dr. Eduardo Pacca Luna Mattar, colega de estágio Luan Victor Araújo de Moraes e ao orientador Dr. Amauri Siviero, pelo apoio na realização desta pesquisa.

Referências

BERGO, C.; SIVIERO, A.; LESSA, L. Produtividade e teor de amido de sete genótipos de mandioca em diferentes épocas em Rio Branco Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 16.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO E CARIBENHO DE MANDIOCA, 2015, Foz do Iguaçu. **Integração:** segurança alimentar e geração de renda: anais. Foz do Iguaçu: SBM, 2015. 4 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1028834>. Acesso em: 13 jul. 2013.

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>.

FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A. K. O. Aspectos socioeconômicos da cultura da mandioca na Região Norte. In: MODESTO JUNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. (ed.). **Cultura da mandioca:** aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria. Brasília, DF: Embrapa, 2016. cap. 1, p. 15-48. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1056645>. Acesso em: 13 jul. 2023.

RUFINO, C. P.; OLIVEIRA, I.; SOUZA, C. S.; FLORES, P. S.; LESSA, L. S. Avaliação agronômica de cultivares de mandioca para farinha, em Sena Madureira, Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 16.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO E CARIBENHO DE MANDIOCA, 2015, Foz do Iguaçu. **Integração:** segurança alimentar e geração de renda: anais. Foz do Iguaçu: SBM, 2015. 4 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1028837>. Acesso em: 13 jul. 2023.

SIVIERO, A.; EVANGELISTA, R. C.; SCHOTT, B. Produtividade, teor de amido, matéria seca e resistência a podridão radicular de cultivares de mandioca do Acre. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 736-740, 2009. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/512075>. Acesso em: 13 jul. 2023.

SIVIERO, A.; FLORES, P. S. Agrobiodiversidade, usos e manejo da mandioca no Acre. In: SIVIERO, A.; MING, L. C.; SILVEIRA, M.; DALY, D. C.; WALLACE, R. H. (org.). **Etnobotânica e botânica econômica do Acre**. Rio Branco, AC: Edufac, 2016. cap. 16, p. 231-240.

Qualidade de farinhas de mandioca produzidas no Vale do Juruá, Acre, armazenadas durante 12 meses

Adriana Silva Rodrigues⁽¹⁾, Joana Maria Leite de Souza⁽²⁾, Matheus Matos do Nascimento⁽³⁾, Virgínia de Souza Álvares⁽²⁾, Renata Beltrão Teixeira Yomura⁽⁴⁾ e Antônio Clebson Cameli Santiago⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Bolsista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisadoras, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Técnico, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁴⁾ Analista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁵⁾ Extensionista, Secretaria de Estado de Produção e Agronegócio, Cruzeiro do Sul, AC.

Resumo – O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade de farinhas de mandioca do tipo seca produzidas no Vale do Juruá, Acre, e armazenadas durante 12 meses. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos. Ao final do armazenamento, as amostras foram analisadas quanto à acidez total titulável, pH, atividade de água (Aw), coordenadas de cor L*, a* e b* e características microbiológicas. As concentrações de polpa de buriti liofilizado (0,05–0,10%), buriti desidratado (0,05–0,10%) e pupunha liofilizada (0,05–0,10%) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis acidez, pH, atividade de água e parâmetros de cor (L*, a*, b*). No que diz respeito às características microbiológicas, os valores encontrados foram considerados dentro dos padrões aceitáveis pela legislação, indicando que a farinha de mandioca seca produzida no Vale do Juruá, Acre, e armazenada durante 12 meses manteve-se estável e foi considerada apta para o consumo.

Termos para indexação: agregação de valor, fortificação de alimentos, segurança alimentar.

Quality of cassava flour produced in Valley do Juruá, Acre, stored for 12 months

Abstract – This study aimed to evaluate the quality of dried cassava flours produced in Jurua Valley, Acre, and stored for 12 months. The experimental design was completely randomized, with six treatments. At the end of the storage period, the samples were analyzed for total titratable acidity, pH, water activity (Wa), color coordinates L*, a*, and b*, and microbiological characteristics. The concentrations of lyophilized buriti pulp (0.05–0.10%), dehydrated buriti (0.05–0.10%), and lyophilized pupunha (0.05–0.10%) did not show significant differences among the treatments for the variables acidity, pH, water activity, and color parameters (L*, a*, b*). Regarding microbiological characteristics, the values found were considered within acceptable standards by regulation, indicating that the dried cassava flour produced in Jurua Valley, Acre state, and stored for 12 months remained stable and was considered suitable for consumption.

Index terms: value addition, food fortification, food safety.

Introdução

Nos anos de 1990 a 2017 as regiões Norte e Nordeste do Brasil (34,60 e 37,40%, respectivamente) possuíam as maiores áreas plantadas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). A produção de farinha pode ser classificada de acordo com seu processo de fabricação em três grupos: seca, d'água e mista. A farinha de mandioca é um alimento que vai diretamente à mesa do consumidor, por isso os cuidados com a higiene durante a fabricação devem ser redobrados. Para garantir a sua qualidade é necessário adotar boas práticas de higiene durante o processo de produção de alimentos. Todo produtor de farinha de mandioca é um manipulador de alimentos e, desse modo, durante o processo de manipulação, há sempre o risco de contaminação, caso não sejam tomados os devidos cuidados com a higiene.

Considerando a importância da farinha de mandioca para a alimentação dos brasileiros e o consumo significativo nos municípios acreanos necessário se faz a realização de estudos que abordem a qualidade das farinhas visando à segurança do consumidor. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade das farinhas de mandioca produzidas no Vale do Juruá, Acre, armazenadas durante 12 meses, no que se refere aos aspectos físico-químicos, cor instrumental e características microbiológicas.

Material e métodos

Farinhas de mandioca do grupo seca foram produzidas no município de Mâncio Lima, Acre, em 2022 (Figura 1), mantidas armazenadas durante 12 meses em temperatura ambiente em embalagens aluminizadas com barreira contra luz e umidade e seladas a vácuo, no laboratório de análises de farinha da Embrapa Acre.

As seis amostras produzidas no município de Mâncio Lima foram analisadas 12 meses após a fabricação, simulando um armazenamento antes da comercialização. Foram avaliadas características físico-químicas de acidez total titulável, conforme a Association of Official Agricultural Chemists (2012), pH por leitura em potenciômetro digital de banca da Luca 210 e atividade de água (Aw), por leitura direta em medidor de atividade de água portátil Aqualab 4TE. A análise de cor instrumental foi realizada em colorímetro Konica Minolta, modelo CR5, sendo operado no modo reflectância e a escala de cor utilizada foi CIE Lab (L^* , a^* , b^*), em que L^* equivale à luminosidade ou brilho, partindo de preto (0) e chegando a branco (100); a coordenada de cor

a^* , verde ($-a^*$) a vermelho ($+a^*$); e a coordenada de cor b^* , azul ($-b^*$) a amarelo ($+b^*$). Todas as análises foram realizadas em triplicata. A contagem de bactérias mesófilas foi realizada 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 bolores e leveduras foi utilizada a técnica de plaqueamento indireto por superfície, recomendada para se obter a contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) (Silva et al., 2010).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições, sendo os tratamentos compostos pelas farinhas adicionadas de polpa de buriti liofilizado (T1 – 0,05%; T2 – 0,10%), de buriti desidratado (T3 – 0,05%; T4 – 0,10%) e de pupunha liofilizada (T5 – 0,05%; T6 – 0,10%) e comparados com a farinha de mandioca branca tradicional. Os dados foram submetidos à análise de variância (Anova), com teste de comparação de médias Tukey 5,00%, para o tratamento com farinha branca (0,0% de polpa) comparado com a média do grupo de tratamento de farinha de mandioca adicionada de polpa de buriti desidratada, buriti liofilizado e polpa de pupunha liofilizada, por meio do software estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis acidez, pH e Aw. A acidez pode indicar característica de processos artesanais, em geral mais lentos, levando à acidificação dos produtos. Nesta pesquisa, todas as farinhas adicionadas de polpa de buriti desidratada e liofilizada e com adição de polpa de pupunha liofilizada foram consideradas de acidez alta, conforme padrões da legislação brasileira (Brasil, 2011). As amostras de farinha com adição de buriti desidratado (T3) apresentaram maior acidez (Tabela 1), diferindo das amostras de farinha branca, que tiveram menores valores. O aumento da acidez das farinhas pode ser possível por dois motivos, o atraso na etapa de prensagem da mandioca (Chisté et al., 2007), ou o não cumprimento das normas higiênico-sanitárias na produção (Mendes et al., 2021). A medida do pH em alimentos pode ser utilizada para determinar deteriorações, retenção de sabor-odor, escolha do tipo de embalagem, entre outros (Fernandes et al., 2008). As amostras de farinha analisadas foram consideradas ácidas a pouco ácidas, com os valores obtidos para pH variando de 4,00 (farinha branca) a 4,42 (T2). Esses

valores estão próximos dos obtidos por Souza et al. (2018): pH igual a 4,43 (farinha branca) e 3,97 (farinhas adicionadas de polpa liofilizada de buriti). Ferreira Neto et al. (2005) afirmaram que a A_w tem sido considerada como uma propriedade fundamental no controle de qualidade de alimentos, sabendo-se que expressa o teor de água que se encontra no estado livre. O limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismos é de 0,60. Nesta pesquisa, as amostras de farinha de mandioca do grupo seca apresentaram valores para esse parâmetro na faixa de 0,08 a 0,50. A farinha branca e aquelas adicionadas de polpa de pupunha liofilizada apresentaram menores valores de A_w quando

comparadas com as farinhas com polpas desidratadas e liofilizadas de buriti. Contudo, para todas as amostras, os resultados obtidos caracterizam as farinhas como estáveis.

Na Tabela 2 constam os resultados para os parâmetros de cor L^* , a^* e b^* das farinhas de mandioca seca (branca), com diferentes níveis de adição de polpa desidratada e liofilizada de buriti e polpa liofilizada de pupunha. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os parâmetros estudados (L^* , a^* e b^*), com exceção do T5 que apresentou média inferior em comparação aos demais tratamentos. Provavelmente esse fato pode ser atribuído ao menor percentual de farinha de pupunha adicionado.



Fotos: Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos

Figura 1. Processo de fabricação de farinha de mandioca seca: tostagem em forno tradicional (A) e resfriamento em gamelas de madeira (B).

Tabela 1. Valores médios para características físico-químicas de farinhas de mandioca branca e com adição de polpa desidratada de buriti.

Componente tratamento ⁽¹⁾	Acidez ⁽²⁾	pH	Aw ⁽³⁾
Branca	3,57 ^{a1}	4,00 ^{a1}	0,28 ^{a2 a3}
T1	5,46 ^{a2}	4,37 ^{a2 a3 a4}	0,46 ^{a5 a6}
T2	5,21 ^{a2}	4,42 ^{a4}	0,43 ^{a4 a5 a6}
T3	6,03 ^{a2}	4,38 ^{a2 a3 a4}	0,50 ^{a6}
T4	5,88 ^{a2}	4,34 ^{a2 a3 a4}	0,40 ^{a3 a4 a5 a6}
T5	5,05 ^{a1 a2}	4,35 ^{a2 a3 a4}	0,25 ^{a2}
T6	5,31 ^{a2}	4,39 ^{a3 a4}	0,08 ^{a1}
CV (%) ⁽⁴⁾	13,96	1,39	20,11
Média geral	5,21	4,31	0,34

⁽¹⁾ Tratamentos: farinha de mandioca seca branca, farinha adicionada de polpa de buriti liofilizado (T1 – 0,05%; T2 – 0,10%), farinha adicionada de buriti desidratado (T3 – 0,05%; T4 – 0,10%) e farinha adicionada de pupunha liofilizada (T5 – 0,05%; T6 – 0,10%). ⁽²⁾ Acidez em meq NaOH/100 g. ⁽³⁾ Aw adimensional. ⁽⁴⁾ Coeficiente de variação (CV).

Médias seguidas por letras com números diferentes na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros de cor L*, a* e b* nas farinhas de mandioca avaliadas.

Tratamento ⁽¹⁾	L*(2)	a*	b*
Branca	85,56 ^{a2}	1,67 ^{a1}	1,07 ^{a1}
T1	90,11 ^{a1}	0,47 ^{a1 a2}	13,35 ^{a2 a3}
T2	87,32 ^{a2}	0,74 ^{a2}	15,58 ^{a2 a3}
T3	88,79 ^{a2}	0,50 ^{a1 a2}	14,68 ^{a2 a3}
T4	90,79 ^{a1}	0,22 ^{a1 a2}	12,69 ^{a2}
T5	71,43 ^{a3}	0,43 ^{a1 a2}	16,93 ^{a3}
T6	90,89 ^{a1}	0,49 ^{a1 a2}	14,47 ^{a2 a3}
CV (%) ⁽³⁾	17,26	68,24	14,56
Média geral	77,39	0,42	13,26

⁽¹⁾ Tratamentos: farinha de mandioca seca branca, farinha adicionada de polpa de buriti liofilizado (T1 – 0,05%; T2 – 0,10%), farinha adicionada de buriti desidratado (T3 – 0,05%; T4 – 0,10%) e farinha adicionada de pupunha liofilizada (T5 – 0,05%; T6 – 0,10%). ⁽²⁾ Luminosidade (L*), coordenada cromática a* (a*), coordenada cromática b* (b*). ⁽³⁾ Coeficiente de variação (CV).

Médias seguidas por letras com números diferentes na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Nas farinhas adicionadas de polpa liofilizada de buriti (T1 e T2) não houve diferença significativa para todos os parâmetros de cor. Considerando que a coordenada de cromaticidade a^* varia do verde (-) ao vermelho (+), a farinha com buriti teve uma intensificação da cor vermelha em relação à tradicional. Para a coordenada de cromaticidade b^* que varia de tonalidade do azul (+) ao amarelo (-), comprovou-se que a adição de buriti influenciou a cor mais amarela dessas farinhas. Foi observado que quanto maior o percentual de adição maior a intensidade de cor das farinhas com polpa liofilizada e desidratada, apesar das farinhas adicionadas de pupunha ficarem visivelmente mais claras que as adicionadas de polpa liofilizada de buriti. É possível que o tempo de tostagem tenha promovido uma redução da luminosidade das farinhas, tornando-as mais opacas.

A Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001), utilizada como padrão para análise de alimentos, não estabelece um limite para contagem de bolores e leveduras em farinha de mandioca. Porém, é de devida importância a avaliação desse parâmetro, sendo um indicador da qualidade higiênica de determinado alimento. Os valores encontrados para bactérias mesófilas, bolores e leveduras foram considerados dentro dos padrões aceitáveis pela legislação do Ministério da Agricultura (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001). Todas as amostras apresentaram como resultado valores $<10^3$ UFC/g para os dois grupos de microrganismos.

Conclusões

- 1) A adição da polpa desidratada e liofilizada de buriti e liofilizada de pupunha não afetou as condições de fabricação da farinha de mandioca artesanal.
- 2) A adição de polpa desidratada e liofilizada de buriti e liofilizada de pupunha, nas concentrações utilizadas, não proporcionou diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis pH, acidez, atividade de água e estudo de cor.
- 3) A contagem de bolores e leveduras e de bactérias mesófilas foi considerada baixa mesmo após 12 meses de armazenamento, mantendo-se dentro dos limites da legislação.

Agradecimentos

Ao produtor Antônio Clebson Cameli Santiago pela acolhida na unidade de produção de farinha, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro da bolsa de iniciação científica e aos empregados da Embrapa Acre, Daniel Moreira Lambertucci, Manoel Delson Campos Filho, Francisco Álvaro Viana Felisberto, Ailson Luiz Sudan Madruga e John Lennon Mesquita Catão, pelo auxílio na realização dos experimentos e análises laboratoriais.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 jan. 2001. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/res0012_02_01_2001.html. Acesso em: 13 jun. 2023.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 19. ed. Arlington, 2012. v. 2, 559 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011. Regulamento técnico da farinha de mandioca. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 8 nov. 2011, Seção 1, p. 18-20. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=497488882>. Acesso em: 28 set. 2023.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento de farinha de mandioca do grupo d'água. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 265-269, abr./jun. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200009>.
- FERNANDES, A. F.; PEREIRA, J.; GERMANI, R.; OIANO-NETO, J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* Lineu). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 56-65, dez. 2008. Suplemento. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000500010>.
- 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>.

FERREIRA NETO, C. J.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. D.; QUEIROZ, A. J. D. M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 795-802, ago. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000400011>.

MENDES, M. L.; SOUZA, J. M. L. de; VASCONCELOS, M. A. M.; NASCIMENTO, M. M.; SANTIAGO, A. C. C.; LAMBERTUCCI, D. M. Adição de polpa de buriti in natura em farinha de mandioca artesanal e sua influência nos parâmetros físico-químicos. In: SEMINÁRIO DA EMBRAPA ACRE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 3., 2020, Rio Branco, AC. **Ciência e tecnologia na sociedade digital (edição on-line)**: anais. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2021. p. 33-38. Apresentação oral. (Embrapa Acre. Eventos técnicos & científicos, 3). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1139215>. Acesso em: 13 jun. 2023.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010. 632 p.

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. 5 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1147216>. Acesso em: 13 jun. 2023.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of food**. 3. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1992. 1219 p.

Volumes de recipiente no estabelecimento em campo de açazeiro-solteiro a pleno sol e sombreado

João Pedro dos Santos Silva Cavalcante⁽¹⁾, Aurenny Maria Pereira Lunz⁽²⁾, Cleyton Silva de Araújo⁽³⁾, Victor da Silva Barbosa⁽¹⁾, Iricélia Vieira Cardoso⁽¹⁾, Jarderson Cassimiro Carneiro⁽³⁾, Lauro Saraiva Lessa⁽⁴⁾ e Romeu de Carvalho Andrade Neto⁽²⁾

⁽¹⁾ Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisadores, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Estudantes de doutorado, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁴⁾ Analista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar volumes de recipiente no estabelecimento de açazeiro-solteiro em campo, a pleno sol e sombreado. O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Acre, no delineamento experimental em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, contendo três blocos e quatro plantas por subparcela. As parcelas foram compostas por dois ambientes de cultivo (pleno sol e sombreado por andirobeiras), e as subparcelas por mudas produzidas em cinco recipientes com diferentes volumes (sacos de polietileno de 0,6; 1,6; 2,6 e 3,8 L e tubete de 0,9 L). Aos 12 meses após o plantio foram efetuadas avaliações para as variáveis: sobrevivência, altura, diâmetro do colo, relação altura-diâmetro, diâmetro da copa e número de folhas. O desenvolvimento vegetativo de *Euterpe precatoria* em campo foi influenciado pelo volume do recipiente e ambiente de cultivo, aos 12 meses de plantio. O sistema de cultivo sombreado proporcionou maior taxa de sobrevivência às plantas dessa espécie, enquanto as plantas a pleno sol apresentaram maiores valores de diâmetro do colo. As mudas produzidas em saco e tubete extragrandes apresentaram maior crescimento durante a fase de estabelecimento no campo.

Termos para indexação: *Euterpe precatoria*, mudas, sistemas de cultivo, crescimento.

Container volumes in the establishment of single açai palm under full sun and shade conditions

Abstract – The objective of this study was to evaluate container volumes in the establishment of single açai palm in the field, under full sun and shade conditions. The experiment was conducted at the experimental field of Embrapa Acre, using a randomized complete block design with split plots, containing three blocks and four plants per subplot. The plots consisted of two growing environments (full sun and shaded by andiroba trees), and the subplots consisted of seedlings produced in five containers with different volumes (polyethylene bags of 0.6; 1.6; 2.6 and 3.8 L and a tube of 0.9 L). Evaluations were carried out at 12 months after planting for the variables: survival rate, height, stem diameter, height-diameter ratio, crown diameter, and number of leaves. The vegetative development of *Euterpe precatoria* in the field was influenced by container volume and growing environment, at 12 months after planting. The shade cultivation system provided a higher survival rate for plants of this species, while plants showed higher stem diameter values under full sun. Seedlings produced in extra-large bags and extra-large tubes showed greater growth during the establishment phase in the field.

Index terms: *Euterpe precatoria*, seedlings, cultivation systems, growth.

Introdução

Originalmente uma fruta amplamente consumida apenas na região amazônica brasileira, o açaí ganhou popularidade global devido aos seus benefícios à saúde e sabor único. Essa crescente demanda acarretou a expansão do cultivo do açaizeiro dentro e fora de sua região de origem.

No entanto, têm sido observadas em campo altas taxas de mortalidade de açaizeiros-solteiros (*Euterpe precatoria* Mart.) cultivados a pleno sol, principalmente nos primeiros anos do plantio (Lunz et al., 2022), isso porque se desenvolvem naturalmente em ambientes com iluminação intermediária (Brum; Souza, 2020). Dessa forma, essa palmeira pode se beneficiar do cultivo consorciado com outras espécies vegetais que possam fornecer sombra durante a fase de estabelecimento do pomar (Almeida et al., 2018).

A qualidade das mudas também desempenha um papel crucial no cultivo comercial. Na fase de viveiro, os recipientes nos quais as plantas são cultivadas afetam diretamente o desenvolvimento das raízes e sua capacidade de adaptação ao ambiente após o transplantio (Abreu et al., 2015). Recipientes maiores proporcionam mais espaço para as raízes crescerem, permitindo que a planta desenvolva um sistema radicular mais robusto. Por outro lado, recipientes menores resultam na diminuição de custos com insumos e mudas mais compactas, porém é possível que limitem o desenvolvimento do sistema radicular, o que pode ser problemático quando as mudas são levadas para o campo (Silva et al., 2015).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar volumes de recipiente no estabelecimento de açaizeiro-solteiro em campo, a pleno sol e sombreado.

Material e métodos

O experimento foi instalado em janeiro de 2022 no campo experimental da Embrapa Acre, localizada na BR-364, km 14, Rio Branco, AC. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Am, quente e úmido, com temperatura média de 26 °C, precipitação anual de 1.900 mm ano⁻¹ e umidade relativa do ar de 83,00%.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, contendo três blocos e quatro plantas por subparcela. As parcelas foram compostas por dois ambientes de cultivo, e as subparcelas por mudas produzidas em cinco recipientes com diferentes volumes.

Para a implantação do experimento foram utilizadas mudas de *E. precatoria* de 14 meses de idade, produzidas em sacos de polietileno com dimensões de 10,0 x 20,0 cm (saco pequeno), 15,0 x 22,0 cm (saco médio), 18,0 x 25,0 cm (saco grande) e 20,0 x 30,0 cm (saco extragrande), equivalentes a 0,6; 1,6; 2,6 e 3,8 L, respectivamente, e um tubo extragrande de 22,7 x 7,0 x 1,4 cm, com capacidade volumétrica de 0,9 L. Os sistemas de cultivo foram representados por plantas cultivadas a pleno sol e em sistema sombreado com as andirobeiras (*Carapa guianensis* Aubl.), implantadas há 12 anos, no espaçamento de 6,0 x 6,0 m.

As mudas foram plantadas em covas com 30,0 cm de diâmetro e 40,0 cm de profundidade, no espaçamento de 1,5 x 1,5 m, sendo o cultivo conduzido em sequeiro. Durante a condução do experimento foi efetuado o controle das plantas daninhas, sempre que necessário, realizando o coroamento das plantas manualmente e roçagem nas entrelinhas. O controle de antracnose (*Colletotrichum* spp.) foi feito com pulverizações mensais de fungicida à base de piraclostrobina e epoxiconazol.

Aos 12 meses após o plantio foram realizadas avaliações de crescimento das plantas, sendo mensuradas as variáveis: sobrevivência (S), obtida pelo percentual de plantas vivas; altura da planta (AP), em centímetro, do colo da planta até a emissão da folha flecha, com régua graduada; diâmetro do colo (DC), em milímetro, 5,0 cm acima do solo, com o uso de paquímetro digital; relação altura-diâmetro (RAD); diâmetro da copa (DCP), em centímetro, sendo realizadas duas medições com o uso de uma trena (sentido N-S e E-W) e posteriormente obtida a média; e número de folhas (NF), por planta, pela contagem das folhas fisiologicamente ativas e totalmente expandidas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e, quando detectado efeito significativo, as médias dos recipientes foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott e dos sistemas de cultivo pelo próprio teste F. Para todas as análises adotou-se o nível de 5,00% de significância.

Resultados e discussão

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre o ambiente de cultivo e o volume de recipientes de produção das mudas apenas para as variáveis sobrevivência e diâmetro do colo. As mudas produzidas nos recipientes saco pequeno (SP) e saco médio (SM) apresentaram os menores percentuais de sobrevivência a campo, 41,67 e 66,67%, respectivamente,

no sistema de cultivo a pleno sol. No ambiente sombreado, o volume do recipiente não influenciou na sobrevivência das plantas de açazeiro, indicando que mudas oriundas de recipientes pequenos e médios apresentam poucas chances de sobrevivência quando cultivadas a pleno sol (Tabela 1).

Mudas produzidas em recipientes de maior volume normalmente apresentam sistema radicular mais desenvolvido, o que resulta em plantas vigorosas e resistentes, que estão mais bem preparadas para enfrentar as condições adversas do campo (Silva et al., 2015). Em relação aos sistemas de plantio, Almeida et al. (2018) verificaram que o sombreado natural propiciado pelo consórcio com bananeira resultou em taxa de sobrevivência de *E. precatoria* de até 9,00% maior que no plantio a pleno sol. A adoção de consórcios com açazeiro representa uma estratégia vantajosa, uma vez que mais de 50,00% das raízes dessa planta estão localizadas na camada superficial do solo. Além disso, devido ao seu sistema radicular abundante, esse cultivo pode exercer um impacto positivo na estrutura do solo, potencialmente beneficiando outras culturas (Martins; Augusto, 2012).

Para o diâmetro de colo, observou-se que mudas de açazeiro produzidas nos recipientes saco extragrande (SEG), tubete extragrande (TEG) e saco grande (SG) e plantadas a pleno sol apresentaram maiores médias em relação ao sistema de cultivo sombreado. No pleno sol, os recipientes SEG e o tubete apresentaram os maiores diâmetros do colo, sendo estatisticamente iguais, diferindo dos recipientes SG, SM e SP. No sistema de cultivo sombreado, não houve diferença significativa

($p < 0,05$) para o DC do açazeiro em relação ao volume do recipiente (Tabela 1).

Ao avaliar a influência do sombreado artificial sobre o estabelecimento de *E. precatoria* em campo, Lunz et al. (2022) obtiveram plantas com diâmetros do colo superiores em níveis intermediários de sombra, em relação ao pleno sol. Oliveira (2022) verificou que sacos de polietileno superiores a 2,5 L resultaram em maior incremento do diâmetro do colo de *E. precatoria* em viveiro. O maior diâmetro do colo garante às plantas maior capacidade de translocação de nutrientes e água para a parte aérea, utilizados no crescimento vegetativo, na biomassa e nos processos metabólicos e fotossintéticos (Oliveira et al., 2013).

Os sistemas de cultivo não resultaram em diferenças estatísticas ($p > 0,05$) para a altura, diâmetro da copa e número de folhas. Todavia, observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para a relação altura-diâmetro, com valor superior (2,74) no sistema sombreado (Tabela 2).

Segundo Aguiar et al. (2011), plantas com maiores valores de RAD apresentam um desequilíbrio no seu desenvolvimento vegetativo. Quando são submetidas a menores intensidades luminosas, pode ocorrer um alongamento caulinar, fazendo com que as plantas apresentem maior altura, porém sem acúmulo de biomassa (Pinto et al., 2016), o que contribui para valores mais elevados de RAD. O valor resultante da divisão da altura pelo seu respectivo diâmetro sugere o equilíbrio de crescimento, associando esses dois importantes parâmetros morfológicos em apenas um índice.

Tabela 1. Sobrevivência e diâmetro do colo de plantas de *Euterpe precatoria*, aos 12 meses após o plantio, em função do volume do recipiente de produção da muda e do sistema de cultivo.

Recipiente	Sistema de plantio			
	Sobrevivência (%)		Diâmetro do colo (mm)	
	Sombreado	Pleno sol	Sombreado	Pleno sol
Saco extragrande (SEG)	100,00 Aa	100,00 Aa	25,83 Ba	42,88 Aa
Tubete extragrande (TEG)	91,67 Aa	83,33 Aa	25,24 Ba	40,88 Aa
Saco grande (SG)	100,00 Aa	83,33 Aa	23,06 Ba	33,79 Ab
Saco médio (SM)	100,00 Aa	66,67 Bb	22,02 Aa	24,30 Ac
Saco pequeno (SP)	100,00 Aa	41,67 Bc	19,10 Aa	19,96 Ac

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem ($p > 0,05$) entre si pelos testes F e de Scott-Knott, respectivamente.

Tabela 2. Altura da planta (AP), relação altura-diâmetro (RAD), diâmetro da copa (DCP) e número de folhas (NF) de plantas de açaí-solteiro, aos 12 meses de plantio, em função do sistema de cultivo.

Sistema de plantio	AP (cm)	RAD	DCP (cm)	NF (folhas planta ⁻¹)
Sombreado	63,29 a	2,74 a	88,26 a	4,51 a
Pleno sol	59,18 a	1,89 b	76,83 a	4,18 a

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

Quanto aos recipientes avaliados na produção das mudas, observou-se que SEG e TEG foram superiores aos demais para a altura e o número de folhas, enquanto para o diâmetro da copa, os SEG,

TEG e SG foram superiores ao restante. No entanto, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a RAD (Tabela 3).

Tabela 3. Altura da planta (AP), relação altura-diâmetro (RAD), diâmetro da copa (DCP) e número de folhas (NF) de açaí-solteiro, aos 12 meses de plantio, em função do volume do recipiente de produção da muda.

Recipiente	AP (cm)	RAD	DCP (cm)	NF (folhas planta ⁻¹)
Saco extragrande (SEG)	73,28 a	2,29 a	96,50 a	4,83 a
Tubete extragrande (TEG)	69,70 a	2,22 a	91,89 a	5,06 a
Saco grande (SG)	61,44 b	2,23 a	87,72 a	4,28 b
Saco médio (SM)	56,11 c	2,45 a	75,15 b	3,83 b
Saco pequeno (SP)	46,17 d	2,39 a	61,47 c	3,72 b

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

Ao avaliar o uso de diferentes recipientes e seu volume na produção de mudas de *Euterpe oleracea* Mart., Nascimento e Gatti (2020) relataram que tubetes de 280,0, 175,0 e 95,0 cm³ limitam o crescimento das mudas entre 180 e 240 dias, e que sacos de polietileno de 1.900 cm³ produziram mudas com maiores alturas e números de folhas. Os autores acrescentam que volume de 1,9 L, em saco plástico, proporciona maior valor médio de folhas aos 240 dias, em comparação com recipientes de menor volume. Essa variável está estreitamente relacionada com a capacidade fotossintética da planta, assimilação da luz, fotossíntese e acúmulo de matéria seca.

Conclusões

- 1) O crescimento de *Euterpe precatoria* em campo é influenciado pelo tamanho do recipiente e ambiente de cultivo, aos 12 meses de plantio.

- 2) O sistema de cultivo sombreado proporciona maior taxa de sobrevivência às plantas dessa espécie.
- 3) As mudas produzidas nos recipientes saco e tubete extragrandes apresentam maior crescimento vegetativo durante a fase de estabelecimento no campo.

Agradecimentos

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

Referências

- ABREU, A.; LELES, P.; MELO, L.; FERREIRA, D.; MONTEIRO, F. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Floresta**, v. 45,

n. 1, p. 141-150, jun. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v45i1.28931>.

AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, p. 729-734, dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000600008>.

ALMEIDA, U. O. de; ANDRADE NETO, R. de C.; LUNZ, A. M. P.; COSTA, D. A. da; ARAUJO, J. M. de; RODRIGUES, M. J. da S. Crescimento de açazeiro (*Euterpe precatoria* Mart.) consorciado com bananeira. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 5, n. 3, p. 154-166, abr. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/2177>. Acesso em: 15 ago. 2023.

BRUM, H. D.; SOUZA, A. F. Flood disturbance and shade stress shape the population structure of açai palm *Euterpe precatoria*, the most abundant Amazon species. **Botany**, v. 98, n. 3, p. 147-160, Mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjb-2019-0090>.

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 em campo**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022. 25 p. (Embrapa Acre. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 69). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1151021>. Acesso em: 15 ago. 2023.

MARTINS, P. F. da S.; AUGUSTO, S. G. Propriedades físicas do solo e sistema radicular do cacaueteiro, da pupunheira e do açazeiro na Amazônia Oriental. **Revista Ceres**, v. 59, n. 5, p. 723-730, set./out. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000500020>.

NASCIMENTO, W. M. O. do; GATTI, L. A. P. **Produção de mudas de açazeiro em recipientes de diferentes volumes**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2020. 24 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 143). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1128352>. Acesso em: 15 ago. 2023.

OLIVEIRA J. B. de. **Volumes de recipientes na produção de mudas de açazeiro solteiro**. 2022. 32 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

OLIVEIRA, F. T. de; MENDONÇA, V.; HAFLE, O. M.; MOREIRA, J. N.; MARACAJÁ, P. B.; AUGUSTO, J.; LOPES, J. D. A. Fontes orgânicas e doses de fosfato natural na produção de porta-enxertos de goiabeira. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 9, n. 1, p. 36-42, jan./mar. 2013. DOI: <https://doi.org/10.30969/acsa.v9i1.270>.

PINTO J. R. de S.; DOMBROSKI J. L. D.; FREITAS R. M. O. de; SOUZA G. O. de; SANTOS JUNIOR J. H. dos. Crescimento e índices fisiológicos de *Tabebuia aurea*, sob sombreamento no Semiárido. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 465-472, dez. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v46i4.42665>.

SILVA, C. J. da; SILVA, C. A. da; FREITAS, C. A. de; GOLYNSKI, A.; GOLYNSKI, A. A. Produção e crescimento de mudas de baruzeiro em função de recipientes e lâminas de irrigação. **Irriga**, v. 20, n. 4, p. 652-666, out./dez. 2015.

**Trabalhos apresentados
na forma de pôster**

Caracterização físico-química de farinhas de mandioca branca e amarela de Cruzeiro do Sul, Acre

Virgínia de Souza Álvares⁽¹⁾, Joana Maria Leite de Souza⁽¹⁾ e Jacson Rondinelli da Silva Negreiros⁽¹⁾

⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – As farinhas de *Manihot esculenta* branca e amarela produzidas em Cruzeiro do Sul constituem produtos de larga aceitação. Farinhas de mandioca brancas e amarelas foram coletadas em três locais, em Cruzeiro do Sul, Acre, e analisadas em relação à composição centesimal, teor de amido, acidez titulável, atividade de água e cor instrumental. O objetivo foi caracterizar, quanto à composição física e físico-química, farinhas de mandioca brancas e amarelas coletadas em diferentes casas de farinha em Cruzeiro do Sul. Os resultados indicaram que características como acidez titulável e atividade de água estão relacionadas com o local de coleta e não somente com a coloração. Já o teor de umidade, cinzas e as características de cor sofrem interferência da interação entre o local e a cor da farinha. Com relação à luminosidade, tonalidades de amarelo e intensidades de cor, existe diferença entre farinhas amarelas produzidas em diferentes locais, provavelmente pelo uso de concentrações variadas de açafrão-da-terra. Esse fato também causou uma menor homogeneidade na cor para as farinhas amarelas. O modo de fabricação realizado em cada local interferiu nos atributos da farinha de mandioca e, para um mesmo local, farinhas amarelas apresentaram menor homogeneidade na coloração.

Termos para indexação: *Curcuma longa* L., composição centesimal, padrões de qualidade.

Physicochemical characterization of white and yellow cassava flour from Cruzeiro do Sul, Acre

Abstract – The white and yellow *Manihot esculenta* flours produced in Cruzeiro do Sul are widely accepted products. Samples of these flours were collected from three locations within Cruzeiro do Sul, Acre, and subjected to analyses of proximate composition, starch content, titratable acidity, water activity, and instrumental color. The study aimed to characterize the physical and physicochemical properties of white and yellow cassava flours from different mills in Cruzeiro do Sul. The findings indicate that characteristics such as titratable acidity and water activity vary by collection site rather than solely by flour color. Moisture content, ash, and color attributes were influenced by both the flour's color and its origin. Specifically, yellow flours exhibited variances in lightness, yellow hues, and color intensity across different sites, likely due to varying turmeric concentrations used. This also contributed to a lower color uniformity in yellow flours. The manufacturing methods at each site interfered with the attributes of the cassava flour, with yellow flours demonstrating less color homogeneity within the same location.

Index terms: *Curcuma longa* L., centesimal composition, quality standards.

Introdução

No estado do Acre é comum o uso do açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.) na fabricação da farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) com a finalidade principal de fornecer cor amarela ao produto final. O uso é permitido em alimentos de forma geral, quando obtido por meio da desidratação e moagem do rizoma, desde que atenda o padrão de identidade e qualidade do produto (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2018).

O processo de fabricação de farinha de mandioca nessa região é artesanal, sendo a etapa de adição do açafrão-da-terra subjetiva e dependente da experiência do agricultor. A quantidade de açafrão utilizada varia de 0,04 a 0,15% (Braga et al., 2022), proporcionando várias tonalidades ou cores indefinidas à farinha (Van Velthem; Katz, 2012), principalmente se houver mistura de lotes de diferentes procedências.

Algumas características da farinha de mandioca estão relacionadas com o seu processo de fabricação (Chisté; Cohen, 2006). A acidez da farinha, por exemplo, pode ser alterada pela interrupção do processo de fabricação e pela fermentação (Chisté; Cohen, 2007), que variam com o tempo de prensagem e a maior exposição da massa de mandioca triturada à temperatura ambiente (Álvares et al., 2022).

Na Regional do Juruá, no Acre, são produzidas farinhas branca e amarela. No entanto, se desconhece a existência de diferenças entre elas quanto a sua composição. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar, quanto à composição física e físico-química, farinhas de mandioca brancas e amarelas coletadas em Cruzeiro do Sul, Acre.

Material e métodos

Entre março de 2019 e setembro de 2020, amostras de farinha de mandioca brancas e amarelas recém-produzidas foram coletadas em três casas de farinha no município de Cruzeiro do Sul, AC.

As farinhas foram dispostas em sacos plásticos e transportadas em caixas de papelão, via terrestre, para a Embrapa em Rio Branco, AC, e analisadas quanto à umidade (%); cinzas (%); extrato etéreo (%); proteína bruta total (%); fibra bruta total (%), conforme Association of Official Agricultural Chemists (2012); teor de amido (%) de acordo com European Communities (1999); acidez titulável (meq NaOH.100⁻¹ g); atividade de água em medidor portátil; e cor instrumental com uso de colorímetro (Konica Minolta, CR5), em escala CIE Lab (L*, a*, b*) calculando o Chroma (C*_{ab}), ângulo Hue (H°) e

diferença de cor (ΔE) por meio das equações 1, 2 e 3, respectivamente.

A diferença de coloração foi calculada pela fórmula CIE76 ou ΔE* (Commission Internationale de L'Éclairage, 1986), em que Δ (delta) é a variação entre o maior e o menor valor da respectiva coordenada.

$$C_{ab}^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5} \quad \text{Equação 1}$$

$$H^\circ = (\tan b^*/a^* \times 180/\pi) \quad \text{Equação 2}$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad \text{Equação 3}$$

O experimento foi analisado em delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 3, sendo dois tipos de farinha e três procedências (coordenadas geográficas: 1 = 07°47'53,0"S e 072°24'13,8"W; 2 = 07°47'52,9"S e 072°24'13,9"W; e 3 = 07°25'22,9"S e 073°01'16,6"W). Para cada cor da farinha e local, foram coletadas 12 amostras de 1 kg cada uma. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5,00% de probabilidade, pelo programa Sisvar versão 5.6 (Ferreira, 2008).

Resultados e discussão

Não houve interação entre os fatores para acidez, proteína e atividade de água. Essas variáveis apresentaram significância entre os locais de coleta (casas de farinha), indicando que podem estar relacionadas com o modo de fabricação de cada agricultor (Tabela 1).

A atividade de água teve diferença também entre os tipos de farinha. Essa característica expressa o teor de água no estado livre, podendo ter relação com o teor de umidade da farinha e a etapa de secagem. Sarantópulos e Oliveira (2001) reportaram que o limite máximo de atividade de água recomendado para produtos desidratados, como as farinhas, é 0,60, valor não alcançado neste trabalho.

Para o teor de umidade, cinzas (Tabela 1) e características de cor das farinhas (Tabelas 2 e 3) houve interação entre os fatores.

O teor de umidade foi maior para a farinha branca em dois locais (Tabela 1). Observa-se grande variação nessa característica entre farinhas da mesma cor produzidas em diferentes locais, indicando alteração pelos diferentes processos de produção artesanal. A umidade está relacionada com etapas como branqueamento e tostagem, principalmente porque dependem da habilidade do agricultor, com variações na temperatura do forno, tempos e quantidades de massa nessas etapas (Álvares et al., 2022).

O teor de cinzas das farinhas amarelas não variou entre os locais de coleta, o que não aconteceu entre as farinhas brancas (Tabela 1). Pode-se inferir que a concentração de açafração-da-terra utilizada não prejudicou essa característica (Álvares et al., 2015). Considerando um mesmo local de produção, ora a farinha branca apresentou maior teor de cinzas, ora a farinha amarela ou não houve significância entre elas, sendo todas as amostras de acordo com os padrões da legislação brasileira (Brasil 2011, 2020). O teor de cinzas na farinha pode ser influenciado por falhas no descascamento, contaminação por material estranho (Álvares et al., 2022), adição de açafração-da-terra em grandes concentrações (Álvares et al., 2015), dentre outros.

Teor de amido, extrato etéreo e fibra bruta não sofreram alteração, com média de 95,64; 0,12 e 1,78%, respectivamente.

Houve diferença entre a luminosidade das farinhas de diferentes locais apenas para a denominação “amarela” (Tabelas 2 e 3), provavelmente devido à variação na quantidade de açafração-da-terra utilizada entre os processos de fabricação (Braga et al., 2022). Entre os tipos de farinha, a luminosidade foi maior para farinha amarela em apenas um local, indicando que pode ter sido utilizada baixa concentração de açafração-da-terra nos demais locais.

Para a coordenada de cor a^* , a farinha amarela apresentou menores valores em todos os locais. Comparando-se as farinhas dos três locais, observam-se variações entre elas, tanto para as brancas quanto para as amarelas. Na coordenada de cor b^* , para todos os locais comprovou-se diferença entre a farinha amarela e a farinha branca, com maiores valores para a primeira.

As farinhas amarelas tiveram maior cromaticidade (Chroma) em todos os locais, indicando maior vivacidade, com diferenças entre as intensidades de cor, provavelmente pelo uso de diferentes concentrações de açafração-da-terra. Também o ângulo Hue foi maior para as farinhas amarelas em todos os locais, embora com algumas diferenças de tonalidade entre elas.

As menores diferenças de cor foram encontradas quando comparadas farinhas de um mesmo tipo, ainda que produzidas em diferentes locais (Tabela 4). Quando foram comparadas as farinhas produzidas em um mesmo local, observou-se menor homogeneidade nas características de cor, já que foram comparadas farinhas brancas e amarelas. A homogeneidade das farinhas amarelas foi menor que a das brancas, podendo esse fato ser relacionado ao uso do açafração-da-terra em diferentes concentrações por cada agricultor.

Tabela 1. Valores médios da composição centesimal de farinhas de mandioca branca e amarela, produzidas em diferentes locais, em Cruzeiro do Sul, Acre.

Local de coleta ⁽¹⁾	Acidez titulável (meq NaOH. 100 ⁻¹ g)	Proteína bruta total (%)	Atividade de água			Umidade (%)		Cinza (%)	
			Local	Farinha branca	Farinha amarela	Farinha branca	Farinha amarela	Farinha branca	Farinha amarela
CF1	2,31 b	0,59 b	0,19 b	0,30 A 0,24 B		5,36 bA	3,63 bB	1,10 aA	0,88 aB
CF2	3,43 a	1,02 a	0,29 a	–		7,42 aA	5,77 aB	0,74 bB	0,99 aA
CF3	3,53 a	0,93 a	0,33 a	–		3,79 cB	5,24 aA	0,83 bA	0,92 aA
CV (%) ⁽²⁾	18,88	31,78	32,56	–		22,91		17,99	
Média	3,09	0,85	0,27	–		5,20		0,91	

⁽¹⁾ Casa de farinha 1 (CF1), casa de farinha 2 (CF2) e casa de farinha 3 (CF3). ⁽²⁾ Coeficiente de variação (CV).

Traço (–): informação não aplicável.

Letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si ao nível de 5,00% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Valores médios para as características de cor (luminosidade, coordenada a* e coordenada b*) de farinhas de mandioca branca e amarela, produzidas em diferentes locais, em Cruzeiro do Sul, Acre.

Local de coleta ⁽¹⁾	Luminosidade		Coordenada a*		Coordenada b*	
	Farinha branca	Farinha amarela	Farinha branca	Farinha amarela	Farinha branca	Farinha amarela
CF1	88,93 aA	88,23 bA	-1,16 bA	-4,43 aB	13,59 aB	31,82 cA
CF2	88,29 aB	94,70 aA	0,14 aA	-6,90 bB	15,12 aB	46,53 aA
CF3	87,18 aA	87,76 bA	-0,19 abA	-5,08 aB	16,78 aB	40,94 bA
CV (%) ⁽²⁾	2,77		39,86		20,01	
Média	89,18		-2,94		27,46	

⁽¹⁾ Casa de farinha 1 (CF1), casa de farinha 2 (CF2) e casa de farinha 3 (CF3). ⁽²⁾ Coeficiente de variação (CV).

Letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si ao nível de 5,0% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Valores médios para as características de cor (Chroma e ângulo Hue) de farinhas de mandioca branca e amarela, produzidas em diferentes locais, em Cruzeiro do Sul, Acre.

Local de coleta ⁽¹⁾	Chroma		Ângulo Hue	
	Farinha branca	Farinha amarela	Farinha branca	Farinha amarela
CF1	13,65 aB	32,13 cA	94,69 aB	97,69 abA
CF2	15,12 aB	47,07 aA	89,27 bB	98,62 aA
CF3	16,78 aB	41,26 bA	90,59 bB	96,86 bA
CV (%) ⁽²⁾	20,06		1,78	
Média	27,67		94,62	

⁽¹⁾ Casa de farinha 1 (CF1), casa de farinha 2 (CF2) e casa de farinha 3 (CF3). ⁽²⁾ Coeficiente de variação (CV).

Letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si ao nível de 5,0% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 4. Diferenças de cor entre farinhas de mandioca branca e amarela, produzidas em três casas de farinha, em Cruzeiro do Sul, Acre.

	Local de coleta ⁽¹⁾			Tipo de farinha	
	CF1	CF2	CF3	Branca	Amarela
Diferença de cor (ΔE)	35,14	47,38	39,61	22,71	32,96
Média	40,71			27,84	

⁽¹⁾ Casa de farinha 1 (CF1), casa de farinha 2 (CF2) e casa de farinha 3 (CF3).

Conclusões

- 1) O modo de fabricação da farinha de mandioca com açafrão-da-terra realizado em cada local interfere nas características físico-químicas do produto final e, para um mesmo local, farinhas amarelas apresentaram menor homogeneidade na coloração pela adição de corante.
- 2) As diferenças entre as tonalidades de amarelo permanecem entre os processos de produção.

Agradecimentos

Aos produtores de farinha de mandioca da Regional do Juruá, Acre, pelo auxílio no experimento.

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.
- 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://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2881>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- ÁLVARES, V. de S.; SOUZA, J. M. L. de; LAMBERTUCCI, D. M. **Influência do processo artesanal de produção de farinha de mandioca na classificação final do produto**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022. 40 p. (Embrapa Acre. Documentos, 172). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1141302>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 19. ed. Arlington, 2012. v. 2, 559 p.
- BRAGA, J. K. A.; ÁLVARES, V. S.; LAMBERTUCCI, D. M.; SENA, J. P. S.; SENA, A. P. S.; SOUZA, J. M. L. 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., 2022, Rio Branco, AC. **Atividades agropecuária e florestal para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**: anais. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022. p. 71-79. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1145953>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011. Regulamento técnico da farinha de mandioca. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 8 nov. 2011, Seção 1, p. 18-20. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=497488882>. Acesso em: 28 set. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 58, de 7 de outubro de 2020. Altera o anexo I da Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011, que estabeleceu o Regulamento técnico da farinha de mandioca. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 6 out. 2020, Seção 1, p. 4. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chavc=497488882>. Acesso em: 28 set. 2023.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. **Estudo do processo de fabricação da farinha de mandioca**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 75 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 267). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/903120>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. Comportamento da acidez total e amido na produção da farinha de mandioca do grupo seca. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, n. 2, p. 17-25, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/S1981-36862007000200003>.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE. **Colorimetry**. 2. ed. Vienna: Central Bureau of the CIE, 1986. (CIE Publication, 15.2). Disponível em: <http://www.cie.co.at>. Acesso em: 10 out. 2022.
- EUROPEAN COMMUNITIES. Commission directive 1999/79/CE of 27 July 1999. Determination of starch: polarimetric method. **Official Journal of the European Communities**, L 209, v. 42, p. 23-27, 7 Aug. 1999.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, E. C. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA: ITAL, 2001. 215 p.
- VAN VELTHEM, L. H.; KATZ, E. A 'farinha especial': fabricação e percepção de um produto da agricultura familiar no Vale do Rio Juruá, Acre. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 7, n. 2, p. 435-456, ago. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1981-81222012000200008>.

Caracterização física e físico-química do açafrão-da-terra no Acre

Virgínia de Souza Álvares⁽¹⁾, Andréia Gomes Cruz⁽²⁾, Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos⁽¹⁾, Joana Maria Leite de Souza⁽¹⁾ e Daniel Moreira Lambertucci⁽³⁾

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

Resumo – A especiaria obtida por meio do rizoma da *Curcuma longa* L. é muito utilizada no estado do Acre na fabricação de farinha de mandioca amarela. Contudo, existe uma preocupação com a qualidade dessa matéria-prima uma vez que pode ser de fácil adulteração. Assim, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar o açafrão-da-terra desidratado, em pó, oriundo de estabelecimentos comerciais e de áreas de produção no estado do Acre, considerando sua composição física e físico-química. As amostras foram analisadas quanto à umidade, cinzas, extrato etéreo, proteína, fibra, carboidratos, valor energético, acidez titulável, atividade de água, cor instrumental e presença de tartrazina. Os resultados obtidos mostraram que o açafrão-da-terra comercializado possui maior atividade de água, maior teor de cinzas e menor teor de gordura, além de ser mais escuro e opaco. Contudo, é necessário implementar melhorias no processo de fabricação do açafrão-da-terra na região para otimizar a etapa de secagem.

Termos para indexação: *Curcuma longa* L., composição centesimal, padrões de qualidade.

Physical and physicochemical characterization of turmeric in Acre

Abstract – The spice derived from the rhizome of *Curcuma longa* L. is extensively utilized in the state of Acre for producing yellow cassava flour. However, the quality of this raw material is a significant concern due to its susceptibility to adulteration. This study thus aimed to characterize the physical and physicochemical properties of dehydrated, powdered turmeric sourced from commercial outlets and production sites in Acre. The samples were analyzed for moisture, ash, ether extract, protein, fiber, carbohydrates, energy value, titratable acidity, water activity, instrumental color, and the presence of tartrazine. Results revealed that commercially available turmeric exhibited higher water activity and ash content, along with reduced fat content, and appeared darker and more opaque. There is a need to implement improvements in the regional turmeric production process to optimize the drying stage.

Index terms: *Curcuma longa* L., centesimal composition, quality standards.

Introdução

No estado do Acre, o açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.) é utilizado para a produção da farinha de mandioca em processos de fabricação com elevado valor cultural. A alta demanda dessa especiaria na região, associada à sua baixa produção, faz com que seja necessário adquirir essa matéria-prima de outros estados por meio de comerciantes locais, o que eleva o custo de produção da farinha de mandioca. Além disso, existe uma grande preocupação com sua qualidade, pois as especiarias estão entre os alimentos mais vulneráveis à adulteração (Cérou, 2018).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi caracterizar, quanto à composição física e físico-química, amostras de açafrão-da-terra desidratado, em pó, oriundo de estabelecimentos comerciais, que fazem aquisição da especiaria fora do estado do Acre e de amostras coletadas diretamente em uma área de produção no estado.

Material e métodos

Em maio de 2022, obtiveram-se amostras de açafrão-da-terra desidratadas, em pó, no comércio de Cruzeiro do Sul, estado do Acre, e em duas propriedades rurais do município de Rodrigues Alves, Acre. As amostras do comércio estavam rotuladas, com identificação dos municípios de origem (Mara Rosa e Nova Glória, GO). O açafrão-da-terra produzido localmente foi processado de acordo com a metodologia local utilizada, com a retirada total da película, desidratação a pleno sol por 4 dias, trituração ou moagem de rizomas de *C. longa* em liquidificador doméstico e peneiração para granulometria de 0,5 mm. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos de polietileno e armazenadas à temperatura ambiente ao abrigo de luz, até o transporte para a Embrapa, em Rio Branco, estado do Acre.

As amostras foram analisadas quanto à sua composição em: umidade, cinzas, extrato etéreo, proteína bruta total, fibra bruta total (Association of Official Agricultural Chemists, 2012); valor energético, carboidratos totais por diferença; acidez titulável, atividade de água, colorimetria e presença de tartrazina. A análise de cor foi realizada em colorímetro (Konica Minolta, modelo CR5), em escala CIE Lab (L^* , a^* , b^*), sendo calculados o Chroma (C^*_{ab}) e ângulo Hue (H°). A presença de tartrazina foi avaliada pela análise qualitativa de corantes orgânicos artificiais, conforme método 262/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, sendo compostos por duas marcas de açafrão-da-terra desidratado, em pó, comercializadas no comércio local (comércio A e comércio B) e açafrão-da-terra desidratado, em pó, oriundo de duas propriedades rurais, coletado logo após a fabricação (produtor 1 e produtor 2), com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5,00% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar versão 5.6 (Ferreira, 2008).

Resultados e discussão

Os resultados obtidos mostram que houve diferença significativa ao nível de 5,00% de probabilidade entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas (Tabelas 1 e 2).

O maior valor médio de umidade foi encontrado nas amostras de açafrão-da-terra de estabelecimento comercial, da marca B, com 13,54%, embora não tenha diferido estatisticamente de um tratamento da área de produção (produtor 2), com 12,38% (Tabela 1). Esses valores foram superiores aos limites máximos estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Cúrcuma [...], 2019) e World Health Organization Geneva (World Health Organization, 1999), de 12,00 e 10,00%, respectivamente.

Esperava-se que as amostras do comércio tivessem maior umidade que as recém-fabricadas, pois são mantidas por um período de armazenamento maior (Sena et al., 2022). Conforme o rótulo, presente apenas na marca B, as amostras tinham 15 meses de fabricação, o que demonstra a necessidade de otimizar a etapa de secagem no processo de fabricação do açafrão-da-terra na região, para reduzir o teor de umidade do produto final. O armazenamento das amostras do comércio pode ter causado os maiores valores de atividade de água (Tabela 2). Celestino (2010) ressalta que valores maiores que 0,60 tornam o alimento suscetível a ataques de microrganismos como fungos, leveduras e bactérias, sendo inadequados para a conservação de alimentos.

Quanto aos teores de cinzas, o valor médio das amostras coletadas no comércio, da marca B, foi superior aos demais, seguido pelas amostras da marca A (Tabela 1). Contudo, todos os tratamentos estavam de acordo com os limites máximos de cinzas estabelecidos pela WHO, de 8,00% (World Health Organization, 1999). Sabe-se que essa variável pode estar relacionada, dentre outros fatores, com a

forma de processamento (Brito, 2020), tornando-se crucial o uso de boas práticas de fabricação, como foi observado para as amostras recém-fabricadas.

Comportamento semelhante ocorreu com o teor de proteína bruta, cuja média das amostras coletadas no comércio foram superiores, com 9,74%

(marca B) e 8,08% (marca A) (Tabela 1). Todos os valores observados neste trabalho foram semelhantes àqueles verificados por Fontes (2018), de 7,95 a 10,78%, por Nwankwo (2018), de 5,47%, e Lima et al. (2017), de 8,28%.

Tabela 1. Valores médios da composição centesimal de amostras de açafração-da-terra desidratado em pó coletadas em estabelecimentos comerciais e em área de produtores rurais no estado do Acre.

Tratamento ⁽¹⁾	Umidade	Cinza	Extrato etéreo	Proteína bruta total	Fibra bruta total	Carboidrato total	Valor energético
				(%)			(kcal.100 g ⁻¹)
T1	11,99 b	5,35 b	0,94 b	8,08 b	5,26 b	73,64 a	335,37 b
T2	13,54 a	5,84 a	1,77 ab	9,74 a	5,82 b	69,12 b	331,33 b
T3	11,54 b	4,70 c	2,63 a	6,18 d	8,76 a	74,94 a	348,19 a
T4	12,38 ab	4,05 d	2,38 a	6,80 c	4,44 b	74,39 a	346,20 a
Média	12,36	4,99	1,93	7,70	6,07	73,02	340,27
CV (%) ⁽²⁾	6,52	4,49	33,68	3,38	15,00	1,44	1,38

⁽¹⁾ Açafração-da-terra desidratado em pó coletado no comércio de Cruzeiro do Sul, de marca A (T1), açafração-da-terra desidratado em pó coletado no comércio de Cruzeiro do Sul, de marca B (T2), açafração-da-terra desidratado em pó coletado em área de produção em Rodrigues Alves, amostra 1 de produtores (T3) e açafração-da-terra desidratado em pó coletado em área de produção em Rodrigues Alves, amostra 2 de produtores (T4). ⁽²⁾ Coeficiente de variação (CV).

Letras diferentes, na coluna, diferem entre si ao nível de 5,00% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Valores médios da caracterização física e físico-química e características de cromaticidade de amostras de açafração-da-terra desidratado em pó coletadas em estabelecimentos comerciais e em área de produtores rurais no estado do Acre.

Tratamento ⁽¹⁾	Acidez titulável	Aw ⁽²⁾	Característica de cor ⁽³⁾				
			L*	Coordenada de cromaticidade a*	Coordenada de cromaticidade b*	C	Hue
T1	9,65 b	0,61 a	49,76 c	16,23 c	53,09 b	55,51 b	73,29 a
T2	6,45 b	0,66 a	44,61 d	16,56 c	46,18 c	49,06 c	70,27 b
T3	13,93 a	0,49 b	52,39 b	19,47 b	56,30 a	59,59 a	70,87 b
T4	7,21 b	0,48 b	64,52 a	22,45 a	54,83 ab	59,24 a	67,73 c
Média	9,31	0,56	52,82	18,68	52,59	55,85	70,54
CV (%) ⁽⁴⁾	22,52	6,09	1,16	2,35	2,92	2,51	1,06

⁽¹⁾ Açafração-da-terra desidratado em pó coletado no comércio de Cruzeiro do Sul, de marca A (T1), açafração-da-terra desidratado em pó coletado no comércio de Cruzeiro do Sul, de marca B (T2), açafração-da-terra desidratado em pó coletado em área de produção em Rodrigues Alves, amostra 1 de produtores (T3) e açafração-da-terra desidratado em pó coletado em área de produção em Rodrigues Alves, amostra 2 de produtores (T4). ⁽²⁾ Atividade de água (Aw). ⁽³⁾ Luminosidade (L*), cromaticidade ou intensidade de cor (C) e ângulo de tonalidade ou saturação da cor (Hue). ⁽⁴⁾ Coeficiente de variação (CV).

Letras diferentes, na coluna, diferem entre si ao nível de 5,00% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores médios de extrato etéreo das amostras coletadas em áreas de produção (produtor 1 e 2) foram superiores, embora não tenham diferido significativamente de uma amostra do comércio, da marca B (Tabela 1). Resultado semelhante foi observado na variável valor energético. As médias do extrato etéreo foram próximas àquelas encontradas por outros autores (Leonel et al., 2002; Fontes, 2018; Nwankwo, 2018). Fontes (2018) afirma que os lipídeos influenciam de forma decisiva nas características organolépticas de um produto. De fato, Sena et al. (2022) relataram que os comerciantes de Cruzeiro do Sul, no Acre, averiguam a qualidade do açafração-da-terra desidratado, em pó, de forma rápida e visual, sendo o principal método para observação da oleosidade do produto.

Os maiores valores para fibra bruta e acidez titulável foram encontrados nas amostras do produtor 1 (Tabelas 1 e 2). A *Curcuma longa* L. está entre as tuberosas amiláceas com maior teor de fibras, sendo esse um fator importante na extração de amido (Leonel et al., 2002).

Quanto às características de cor, as amostras do comércio (A e B) apresentaram menores valores de luminosidade e da coordenada a^* (Tabela 2), o que indica estarem mais escuras ou com menos brilho e com menor deslocamento para o vermelho. Além disso, apresentaram-se com menores valores de Chroma, indicando cores mais opacas em contraposição às amostras recém-fabricadas. Já em relação à coordenada b^* , observa-se que os maiores valores foram encontrados nas amostras dos produtores, o que indica alta intensidade da coloração amarela, associada com a cor original dos rizomas, condição também demonstrada pelo ângulo Hue. Lima et al. (2017) indicaram que o açafração-da-terra em pó desidratado é classificado com coloração laranja-amarelado, com elevados valores da coordenada b^* . Possivelmente, no comércio, a redução na coloração amarela se deu em virtude da maior exposição do produto à luz, dentre outros fatores, causando a degradação de curcuminas (Souza et al., 1997). Os valores encontrados foram semelhantes aos observados por Lima et al. (2017), para açafração-da-terra desidratado em pó.

Em todas as amostras avaliadas não foi detectada a presença de tartrazina, o que evidencia a não adição desse corante artificial na especiaria.

Conclusões

- 1) O açafração-da-terra do comércio possui maiores valores para atividade de água e teores de cinzas, menor teor de lipídeos e se apresenta mais escuro e opaco.
- 2) O processo de fabricação do açafração-da-terra da região necessita de melhorias para atingir o teor de umidade adequado à sua conservação.

Agradecimentos

Aos produtores do município de Rodrigues Alves, Acre, pelo auxílio no experimento e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro da bolsa de iniciação científica.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 19. ed. Arlington, 2012. v. 2, 559 p.
- BRITO, R. J. **Utilização de imagens hiperespectrais para controle de qualidade de amostras de *Curcuma longa***. 2020. 36 f. (Trabalho de conclusão de curso) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia.
- CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 51 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 276). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/883845>. Acesso em: 12 set. 2023.
- CÉROU, M. 51% de fraudes détectées dans les épices. **Process Alimentaire**, jun. 2018. Disponível em: <https://www.processalimentaire.com/qualite/51-de-fraudes-detectees-dans-les-epices-34361>. Acesso em: 12 set. 2023.
- CÚRCUMA, rizoma PM037-01. In: FARMACOPEIA brasileira. 6. ed. Brasília, DF: Anvisa, 2019. v. 2, p. 2-3.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008.
- FONTES, S. M. S. ***Curcuma longa* L.: caracterização química e estudo da capacidade antioxidante**. 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

LEONEL, M.; CEREDA, M.; LEBEUS, P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 65-69, jan./abr. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000100012>.

LIMA, M. S.; SILVA, M. A. P.; PLÁCIDO, G. R.; CAGNIN, C.; VIEIRA, F.; CARMO, R. M.; SILVA, R. C. F.; CASTRO, C. F. S.; CALIARI, M.; SILVA, R. M. Physical and chemical characteristics and drying kinetics of turmeric (*Curcuma longa* L.). **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 1, article number FEE88C662256, p. 28-34, Jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11738>.

NWANKWO, P. O. A comparative study of the phytochemical constituents, proximate and mineral compositions of *Zingiber officinale*, *Curcuma longa*, *Aframomum sceptrum* and *Monodora myristica*. **Nigerian Agricultural Journal**, v. 49, n. 2, p. 22-25, Oct. 2018. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/naj/article/view/189415>. Acesso em: 12 set. 2023.

SENA, A. P. S.; ÁLVARES, V. S.; LAMBERTUCCI, D. M.; MALVAZI, F. W.; BRAGA, J. K. A.; SOUZA, J. M. L. Prospecção do açafraão-da-terra em pó comercializado em Cruzeiro do Sul. 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. Apresentação oral. p. 81-88. (Embrapa Acre. Eventos técnicos & científicos, 4). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1145955>. Acesso em: 12 set. 2023.

SOUZA, C. R. A.; OSME, S. F.; GLÓRIA, M. B. A. Stability of curcuminoid pigments in model systems. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 21, p. 353-363, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.1997.tb00789.x>. Acesso em: 12 set. 2023.

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

Correlação entre potencial genético e preço de arremate de touros Nelore em leilões

José Marques Carneiro Junior⁽¹⁾, Andressa Pereira Braga⁽²⁾, Antônia Kaylyanne Pinheiro⁽³⁾, Gabriela Assis Marques Carneiro⁽⁴⁾, Erasmo Filho Paiva de Aguiar⁽⁴⁾, Mauricio Santos Silva⁽⁵⁾ e Francisco Aloísio Cavalcante⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Técnica, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Estudante de doutorado, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁴⁾ Estudantes de graduação, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁵⁾ Técnico, Geneplus, Rio Branco, AC.

Resumo – O objetivo do presente trabalho foi avaliar as possíveis correlações entre o desempenho genéticos dos touros e seus valores de arremate nos leilões. Os dados utilizados nesta pesquisa contaram com registros de uma empresa leiloeira na região Centro-Oeste e com informações de desempenho obtidas pelo Geneplus. Foi realizada análise de variância para verificação da existência do efeito não genético da variável leilão e correlação de Pearson entre o índice de seleção do Geneplus, valores de diferenças esperadas nas progênie e valores de arremate dos touros. Verificou-se efeito significativo para a variável não genética leilão, sendo possível presumir que o preço do animal pode variar de acordo com o evento no qual foi comercializado. Verificou-se também a existência de correlação entre o índice de seleção e o valor de arremate de touros, variando entre 0,31 e 0,66. Entretanto, existem leilões que não consideram as informações técnicas dos touros. Conclui-se que há correlação entre as diferenças esperadas na progênie, os índices de seleção e os valores de touros comercializados, porém a magnitude dessa correlação depende do porte do leilão. Leilões de maior porte tendem a dar maior importância às informações técnicas, influenciando o preço de arremate dos touros.

Termos para indexação: agregação de valor, bovinos de corte, índice de seleção.

Correlation between genetic potential and auction price of Nelore bulls

Abstract – The objective of this work was to evaluate possible correlations between the genetic performance of bulls and their auction values. The data used in this research included records from an auction company in the Central-West region and performance information obtained from Geneplus. Analysis of variance was performed to verify the existence of the non-genetic effect of the auction variable and Pearson correlation between the Geneplus selection index, values of expected differences in the progenies and bulls' finishing values. There was a significant effect for the non-genetic variable auction, making it possible to assume that the price of the animal may vary according to the event at which it was sold. It was also verified the existence of a correlation between the selection index and the value of bulls, varying between 0.31 and 0.66. However, there are auctions that do not consider the technical information of the bulls. It is concluded that there is a correlation between the expected differences in progeny, the selection indices and the values of bulls sold, however the magnitude of this correlation depends on the size of the auction. Larger auctions tend to give greater importance to technical information, influencing the bulls' auction price.

Index terms: value addition, beef cattle, selection index.

Introdução

No Brasil, o empenho de produtores, pesquisadores e técnicos da bovinocultura de corte vem contribuindo para o aperfeiçoamento e adoção de tecnologias em relação ao manejo, nutrição, sanidade e genética, sendo essa última por meio de processos de avaliação e adesão aos programas de melhoramento genético (Lôbo et al., 2019).

As informações de desempenho produtivo e reprodutivo dos animais e das técnicas de melhoramento genético têm contribuído para a melhoria dos índices produtivos da pecuária brasileira (Moreira et al., 2015). A eficácia do melhoramento genético está diretamente relacionada com a capacidade de selecionar com exatidão os animais melhoradores e utilizar esses reprodutores como pais na próxima geração, garantindo que o fluxo de genes siga sempre no sentido de animais superiores para os de menor mérito. Considerando ainda que a pressão de seleção nos machos é muito superior à das fêmeas, a compra de touros ou mesmo de sêmen deve ser realizada observando os fatores econômicos e exigências de mercado (Gomes et al., 2018).

A partir das décadas de 1980 e 1990, os leilões começam a se intensificar em todo o País, como um importante instrumento de comercialização, observando-se sua explosão em meados dos anos de 1990 (Calil, 2010). Paralelo a isso, um conjunto mais sofisticado de medidas de desempenho, chamadas de diferenças esperadas de progênie (DEPs), tornou-se popular com seu desenvolvimento e utilização endossados por instituições de pesquisa e associações de criadores. Com o aumento dessa procura por informações, cresceu também a demanda sobre como o mercado está disposto a pagar por reprodutores de maior mérito (Lôbo et al., 2019). Logo, espera-se que seja crescente o número de criadores dispostos a pagar mais por animais melhoradores com informações precisas dos valores genéticos para seu rebanho. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a existência de possíveis correlações entre os valores genéticos dos touros e seus respectivos valores de arremate nos leilões.

Material e métodos

Os dados foram originados de duas fontes principais: base de dados do programa Geneplus/Embrapa e de informações coletados em leilões. A base de dados utilizada nesta pesquisa contou com registros provenientes de séries temporais de comercialização de touros de uma grande empresa

leiloeira que atua desde a década de 1990 na região Centro-Oeste do Brasil, promovendo eventos tanto presenciais quanto transmitidos pela internet.

O período de estudo compreendeu os anos de 2010 a 2015, sendo registradas 2.393 observações de touros da raça Nelore categoria PO padrão, em 62 leilões, que após a exclusão de outliers (animais comercializados com valores superiores a R\$ 75 mil e leilões com menos de cinco observações) somaram 2.376 observações em 60 leilões. Como a coleta de informações foi realizada em diferentes anos, o valor de venda dos reprodutores foi deflacionado pelo índice IGP-DI (índice geral de preços, disponível na Calculadora do Cidadão fornecida pelo Banco Central) utilizando como base o ano de 2020.

O banco de dados proveniente da empresa leiloeira foi concatenado com as informações de desempenho dos touros, com as diferenças esperadas nas progênies (DEPs), valores de percentil e acurácia e índice de seleção do programa de melhoramento genético Geneplus, correspondentes ao ano de comercialização dos touros. Além das informações de preço e das características presentes nos catálogos dos leilões, concatenaram-se à base de dados os valores genéticos para cada indivíduo avaliado pelo programa Geneplus/Embrapa.

Realizou-se análise de variância por meio do procedimento Proc GLM do SAS para verificação da existência do efeito não genético da variável leilão. Em seguida, o conjunto de dados foi dividido em dois grupos, sendo grupo 1 – fazendas que não possuíam correlação entre valores das DEPs e os preços de arremate; e grupo 2 – fazendas que possuíam correlação entre os valores dos índices de qualificação genética básicos (IQG_b) e os preços de arremate. A partir disso foram calculadas as correlações de Pearson entre as DEPs (kg) registradas para peso aos 120 dias (P120), total materno à desmama (TMD), peso à desmama (PD), peso ao sobreano (PS), ganho de peso pós-desmama (GPD) (g/dia), perímetro escrotal ao sobreano (PES), idade ao primeiro parto (IPP) e o IQG_b e os valores de arremates para os dois grupos formados.

Resultados e discussão

É possível observar uma grande variação nos preços negociados em cada leilão de até 71%, indicando que essa variável é um fator relevante na precificação dos touros (Tabela 1). Dessa forma, procedeu-se à análise de variância por meio do PROC GLM do SAS, sendo observado efeito significativo ($p < 0,05$), reforçando a importância da variável

leilão como fator decisivo no preço de negociação dos reprodutores.

Com esses resultados é possível presumir que o preço do animal pode variar de acordo com o evento no qual ele foi comercializado, corroborando as conclusões do trabalho de Aires Filho (2007) que estudou diversos aspectos dos leilões como forma de comercialização de bovinos no Brasil. Esse autor concluiu que os leilões de elite deixaram de ser um mero evento econômico, convertendo-se em um acontecimento social que envolve uma grande quantidade de profissionais, completo serviço de buffet e forte publicidade na mídia.

O prestígio da fazenda é fator de relevância na comercialização do reprodutor, destacando, entre outros aspectos, a importância potencial de estratégias de marketing para os produtores de gado de elite. Calil et al. (2019) também observaram que a reputação da fazenda altera estatisticamente os preços dos touros comercializados durante os leilões.

A partir do resultado da análise de correlação entre a variável valor de arremate e o índice de seleção IQG_b do Geneplus, formaram-se dois grupos de leilões, aqueles que apresentaram correlação significativa (grupo 1) e correlação não significativa (grupo 2). Pode ser observado que a maioria dos leilões (77%) foi classificada no grupo 2, enquanto 23% foram classificados no grupo 1, indicando que fatores não genéticos estão atuando de forma mais expressiva em muitos leilões, em detrimento

ao mérito genético dos touros (Tabela 2). Uma razão para isso é que ainda há grupos de produtores que comercializam seus touros com pouca ou nenhuma informação técnica para compradores pouco exigentes. Resultados semelhantes foram apresentados por Chvosta et al. (2001), os quais observando touros leiloados constataram que embora as DEPs influenciem o preço de venda dos reprodutores, ainda é comum que as medidas mais tradicionais de desempenho exerçam maior influência.

Apesar disso, é possível observar que a média de produtos comercializados no grupo 1 é de 61 touros, enquanto no grupo 2 é de apenas 33, indicando que há uma tendência dos leilões com maior volume de touros estarem mais preocupados em repassar e divulgar informações técnicas dos reprodutores aos seus compradores.

Dentre os leilões que compuseram o grupo 1, pode ser observado, de modo geral, que as correlações entre o valor de arremate e o IQG_b ficaram entre 0,31 e 0,66, indicando que para esses leilões o mérito genético dos touros tem importância na precificação (Tabela 3). Alguns leilões apresentam maiores valores de correlações, tanto para o IQG_b quanto para as DEPs das características, a exemplo dos leilões 1, 5, 19 e 47, nos quais foram observados valores de 0,66; 0,63; 0,64 e 0,64 para IQG_b, respectivamente.

Tabela 1. Leilão, número de touros, valores mínimos e máximos, médias e desvios-padrão (DP) da comercialização de touros em leilões de reprodutores, por evento, de 2010 a 2015.

Leilão*	Nº de touros	Mínimo	Máximo	Média	±DP
		(R\$)			
1	48	4.250,99	35.424,94	7.513,04	4.813,02
2	26	4.334,11	63.046,15	12.109,88	4.334,11
–	–	–	–	–	–
39	33	5.929,21	22.659,02	7.795,97	2.985,85
40	126	4.648,00	101.675,11	9.432,04	10.576,30
50	86	5.699,11	68.724,52	14.949,44	68.724,52
61	42	9.297,69	65.083,82	23.199,95	13.523,89
62	22	9.973,17	26.595,12	14.355,32	3.269,31
Geral	2.392	4.067,00	176.207,30	12.546,80	10.000,93

*Significativo a 5%.

Traço (–): informação não aplicável.

Tabela 2. Número de touros, valores médios mínimos, máximos e médias dos valores de arremates de touros em leilões com correlação significativa entre valores de arremates e índice de seleção do Geneplus (grupo 1) e leilões com correlação não significativa (grupo 2).

Leilão	Nº de touros	Média	Mínimo	Máximo
		R\$		
Grupo 1 (n = 14)*	853	12.334,01 ^{ns}	4.250,99	176.207,33
Grupo 2 (n = 46) ^{ns}	1.539	12.669,76 ^{ns}	4.067,00	116.104,60

* Significativo ao nível de 5%. ^{ns} Não significativo.

Tabela 3. Número de touros (N) e correlações de Spearman entre preços de arremates de touros e as diferenças esperadas nas progênes para total maternal aos 120 dias (DepTM120), peso à desmama (DepPD), total maternal à desmama (DepTMD), peso ao sobreano (DepPS), ganho de peso diário (DepGPD), conformação frigorífica ao sobreano (DepCFS), idade ao primeiro parto (DepIPP), perímetro escrotal ao sobreano (DepPES) e índice de qualificação genética básico (IQG_b).

Leilão (grupo 1)	N	Dep TM120	Dep PD	Dep TMD	Dep PS	Dep GPD	Dep CFS	Dep IPP	Dep PES	IQG_b
1	48	0,47*	0,50*	0,47*	0,62*	0,56*	0,52*	-0,02 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,66*
5	16	0,11 ^{ns}	0,62*	0,18 ^{ns}	0,62*	0,51 ^{ns}	0,35 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,63*
9	35	0,41*	0,15 ^{ns}	0,41*	0,38*	0,46*	0,35*	-0,09 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,41*
15	84	0,32*	0,33*	0,30*	0,44*	0,36*	0,33*	0,03 ^{ns}	0,25*	0,41*
19	28	0,49*	0,53*	0,52*	0,68*	0,50*	0,65*	-0,27 ^{ns}	0,61*	0,64*
20	63	0,29 ^{ns}	0,30*	0,27 ^{ns}	0,47*	0,36*	0,36*	-0,23*	0,27*	0,46*
29	105	0,35*	0,45*	0,33*	0,40*	0,23*	0,33*	-0,23*	0,30*	0,40*
40	126	0,29*	0,35*	0,27*	0,31*	0,26*	0,29*	-0,23*	0,27*	0,34*
47	35	0,50*	0,27*	0,46*	0,62*	0,50*	0,65*	-0,64*	0,37*	0,64*
49	54	0,39*	0,33*	0,42*	0,22 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,31*
50	86	0,18 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,32*	0,33*	0,11 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,32*
56	45	0,08 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,45*	0,31*	0,41*	-0,58*	0,38*	0,46*
57	42	0,32*	0,18 ^{ns}	0,36*	0,28 ^{ns}	0,39*	0,38*	-0,17 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,41*
59	86	0,37*	0,40*	0,42*	0,22*	0,27*	0,18 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,36*
Geral	853	0,48*	0,46*	0,48*	0,34*	0,26*	0,30*	-0,20 ^{ns}	0,32*	0,42*

* Significativo ao nível de 5%. ^{ns} Não significativo.

Conclusões

- 1) Existe correlação entre as diferenças esperadas na progênie, os índices de seleção e os valores de touros comercializados em leilão, porém a magnitude dessa correlação depende do porte do evento.
- 2) Leilões de maior porte tendem a dar maior importância às informações técnicas, disponíveis em catálogos dos programas de melhoramento genético, influenciando o preço de arremate dos touros.

Agradecimentos

À empresa leiloeira Correa da Costa Eventos Rurais pela cessão dos dados de preços de arremate dos touros e ao programa Geneplus pela cessão dos dados referentes ao desempenho genético dos touros.

Referências

- AIRES FILHO, B. A Explosão dos leilões no Brasil: da comercialização ao show. In: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE SOCIOLOGÍA, 26., 2007, Guadalajara. **Actas...** Guadalajara: Asociación Latinoamericana de Sociología, 2007. Disponível em: <https://www.aacademica.org/000-066/344>. Acesso em: 9 ago. 2023.
- CALIL, Y. C. D. **Avaliação do impacto dos atributos de qualidade em tourinhos de elite da raça Nelore comercializados em leilão**: uma aplicação do método hedônico. 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CALIL, Y.; RIBERA, L.; ANDERSON, D.; KOURY, W. Factors affecting pure-bred Nelore prices sold in auctions in Brazil. In: ANNUAL MEETING, 2019, Birmingham, Alabama. **Proceedings...** Georgia: Southern Agricultural Economics Association, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.284307>. Acesso em: 25 jan. 2023.
- CHVOSTA, J.; RUCKER, R. R.; WATTS, M. J. Transaction costs and cattle marketing: the information content of seller-provided presale data at bull auctions. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 83, n. 2, p. 286-301, May 2001. DOI: <https://doi.org/10.1111/0002-9092.00156>.
- GOMES, R. C.; OLIVEIRA, L. O. F.; MEDEIROS, S. R.; SILVA, J. M.; ROSA, A. N. F.; NICACIO, A. C. **Procedimentos para preparo de touros para comercialização e adaptação aos sistemas produtivos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 58 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 253). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094101>. Acesso em: 28 fev. 2020.
- LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; FARIA, C. U.; VOZZI, P. A.; MAGNABOSCO, C. U.; BERGMANN, J. A. G.; OLIVEIRA, H. N.; CASTRO, L. M.; PEREIRA, A. S. C.; AGUILAR, I.; BALDI, F. **Sumário de touros das raças Nelore, Guzará, Brahman e Tabapuã**: agosto 2019. Ribeirão Preto: ANCP, 2019. 112 p. Disponível em: <https://www.ancp.org.br/sumarios/sumario-de-touros-das-racas-nelore-guzera-brahman-e-tabapua-agosto-de-2019/>. Acesso em: 25 jan. 2023.
- MOREIRA, H. L.; BUZANSKAS, M. E.; MUNARI, D. P.; CANOVA, E. B.; LÔBO, R. B.; PAZ, C. C. P. Reproductive traits selection in Nelore beef cattle. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 4, p. 355-362, jul./ago. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542015000400006>.

Correlações entre características reprodutivas, de morfologia e crescimento de bovinos Nelore na Amazônia

Mauricio Santos Silva⁽¹⁾, José Marques Carneiro Junior⁽²⁾, Antônia Kaylyanne Pinheiro⁽³⁾, Gabriela Assis Marques Carneiro⁽⁴⁾, Erasmo Filho Paiva de Aguiar⁽⁴⁾ e Francisco Aloísio Cavalcante⁽²⁾

⁽¹⁾ Técnico, Geneplus, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisadores, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Estudante de doutorado, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁴⁾ Estudantes de graduação, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi estimar correlações fenotípicas e genéticas em características reprodutivas, de morfologia e crescimento em bovinos Nelore. Foram utilizados 2.919 animais de quatro propriedades no Acre e Amazonas. Os grupos de contemporâneos continham efeitos de sexo, categoria da mãe, grupo genético, fazenda, mês e ano de nascimento. As características ponderais foram os pesos ajustados aos 120, 240, 365 e 550 dias e as avaliações visuais de conformação frigorífica à desmama e sobreano obtidas pelo método EPMURAS. As características reprodutivas foram idade ao primeiro parto, intervalo de partos e perímetro escrotal ao ano e ao sobreano. As correlações foram obtidas por meio do programa SAS. As correlações fenotípicas entre as características ponderais e perímetro escrotal foram significativas, sendo de magnitude baixa, para os pesos de pré-desmama, e moderadas ao sobreano. Observou-se correlação genética entre perímetro escrotal aos 550 dias e conformação frigorífica à desmama (0,13) e ao sobreano (0,30). Conclui-se que ganhos genéticos correlacionados podem ser obtidos por meio das avaliações visuais para as características reprodutivas e de crescimento. Fêmeas de maior estrutura corporal tendem a ser mais sexualmente tardias devido à correlação fenotípica desfavorável entre idade ao primeiro parto, intervalo de partos e estrutura corporal.

Termos para indexação: avaliação genética, conformação frigorífica, precocidade sexual.

Correlations between reproductive, morphology and growth traits of Nelore cattle in the Amazon

Abstract – The objective of this work was to estimate phenotypic and genetic correlations in reproductive, morphology and growth characteristics in Nelore cattle. 2,919 animals from four properties in Acre and Amazonas were used. The contemporary groups contained effects of sex, mother's category, genetic group, farm, month, and year of birth. The weight characteristics were the adjusted weights at 120, 240, 365 and 550 days and the visual assessments of refrigeration conformation at weaning and yearling and those obtained by the EPMURAS method. Reproductive characteristics were age at first birth and birth interval and scrotal perimeter at year and year. Correlations were obtained using the SAS program. The phenotypic correlations between weight characteristics and scrotal perimeter were significant, being of low magnitude for pre-weaning weights, and moderate for yearlings. A genetic correlation was observed between scrotal perimeter at 550 days and cold conformation at weaning (0.13) and yearling (0.30). It is concluded that correlated genetic gains can be obtained through visual assessments for reproductive and growth characteristics. Females with a larger body structure tend to be more sexually late due to the unfavorable phenotypic correlation between age at first birth, birth interval and body structure.

Index terms: genetic evaluation, meat-packing conformation, sexual precocity.

Introdução

A raça Nelore, dentre as zebuínas, é a de maior participação no rebanho nacional. Entretanto, apresenta índices produtivos e reprodutivos baixos, quando comparada às raças taurinas. Isso pode ser explicado pela baixa adesão de criadores aos programas de avaliação genética. A baixa fertilidade de matrizes, devido às interações genótípicas com o ambiente, causa interferências negativas nos índices econômicos das propriedades. Isso fica evidente em regiões de clima tropical, onde animais de pouca adaptabilidade como os taurinos expressam baixo potencial reprodutivo, o que leva à menor produtividade (Souza, 2012).

A inclusão de características reprodutivas, como a idade ao primeiro parto (IPP) e o intervalo entre partos (IDP), em fêmeas, e o perímetro escrotal (PE) obtido em machos, em programas de seleção, resulta em maior impacto econômico sobre o sistema de produção, quando comparada com características de crescimento (Siqueira et al., 2013). Contudo, deve-se ter cuidado com a inserção dessas características em índices de seleção, pois, mesmo possuindo elevado impacto econômico, geralmente apresentam baixa herdabilidade (Brumatti et al., 2011). Na prática, as avaliações visuais têm sido utilizadas para seleção indireta das características reprodutivas relacionadas à precocidade sexual de machos e fêmeas em bovinos (Paterno et al., 2017). Assim, este estudo teve como objetivo estimar correlações fenotípicas e genéticas em características reprodutivas, de morfologia e crescimento em bovinos Nelore.

Material e métodos

Foram utilizadas informações coletadas de 2.919 animais de quatro propriedades, localizadas em Lábrea, Amazonas, e nos municípios de Xapuri e Porto Acre, Acre. As características ponderais foram os pesos ajustados aos 120 (P120), 240 (P240), 365 (P365) e 550 dias (P550). As avaliações visuais de morfologia foram obtidas pelo método EPMURAS, sendo estrutura (E), precocidade (P), musculosidade (M), umbigo (U), raça (R), aprumos (A) e sexualidade (S), conforme Koury Filho (2005), e pela conformação frigorífica à desmama (CFD) e ao sobreano (CFS). As características reprodutivas consideradas foram a idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo de partos (IDP) para as fêmeas e o perímetro escrotal ao ano (PE365) e ao sobreano (PE550) para os machos.

Os grupos de contemporâneos para PE365, PE550 e IDP foram formados pelos efeitos de fazenda, mês e ano de nascimento; e para IPP foi utilizado ano de nascimento e fazenda, por apresentarem maior influência sobre essa característica. Os valores genéticos foram obtidos pelo melhor preditor linear não viesado (BLUP) para as características IPP, IDP, PE365 e PE550, pelo programa Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood (MTDFREML), conforme Boldman et al. (1995), sob o modelo animal uni-caractere. Para o perímetro escrotal (PE), foi considerado como covariável o peso ajustado aos 365 e 550 dias de idade.

Foi aplicada ainda correlação linear de Pearson, por meio do programa SAS, entre as características reprodutivas, morfológicas e de crescimento.

Resultados e discussão

Observaram-se valores de correlação fenotípica positivos, variando de baixa a moderada magnitude do PE365 e PE550 com os pesos ajustados aos 120, 240, 365 e 550 dias (Tabela 1). Diversos estudos relatam a grande influência das características de crescimento sobre o aumento do perímetro escrotal (Gressler et al., 2014; Kluska et al., 2018). Entretanto, o mesmo não ocorreu para as correlações genéticas, demonstrando que o isolamento dos efeitos fixos eliminou as causas ambientais das correlações entre essas características. Contudo, verificou-se correlação positiva e favorável entre CFD e PE550 (0,13), CFS e PE550 (0,30), indicando possibilidade de ganhos genéticos indiretos, corroborando com os resultados obtidos por Duitama et al. (2014).

O crescimento testicular está relacionado à maturidade sexual do animal, a qual é atingida próximo aos 365 dias de idade. Após essa fase, o crescimento testicular está mais ligado ao ganho de peso do reprodutor, o que é visto por meio do valor elevado de correlação para P550 (Pereira et al., 2021).

As correlações fenotípicas entre perímetro escrotal e conformação frigorífica foram negativas (Tabela 1). Entretanto, a correlação genética não significativa entre as medidas de perímetro escrotal e a conformação frigorífica na desmama mostra que a influência se deve a fatores ambientais e não genéticos. A correlação genética do PE550 foi significativa, de baixa magnitude para CFD e média para CFS, demonstrando a existência de resposta à seleção correlacionada, entre as características.

As correlações fenotípicas e genéticas entre as características de perímetro escrotal, obtidas ao ano e sobreano, foram estatisticamente significativas,

estando em conformidade com resultados encontrados na literatura (Mota et al., 2019; Tramonte et al., 2016). Os valores positivos e de moderada magnitude demonstram que a inclusão de uma delas em programas de seleção irá impactar no progresso genético aditivo da outra.

As correlações fenotípicas foram significativas e positivas, porém de baixa magnitude, para as variáveis PE365 e PE550, com as características morfológicas avaliadas pelo método EPMURAS,

com exceção da estrutura corporal (E) com PE365 (Tabela 2). A seleção de animais por meio das avaliações visuais leva à produção de animais de maior fertilidade e precocidade sexual (Siqueira et al., 2013). Contudo, os resultados de baixa magnitude do presente estudo indicam que a avaliação visual do animal apresentou baixa contribuição para a melhoria das características reprodutivas nos machos, corroborando com os resultados obtidos por Paterno et al. (2017).

Tabela 1. Correlações fenotípicas e genéticas para perímetro escrotal aos 365 (PE365) e 550 dias (PE550), com características ponderais e morfológicas em rebanhos Nelore na Amazônia.

	Correlação fenotípica		Correlação genética	
	PE365	PE550	PE365	PE550
P120 ⁽¹⁾	0,28*	0,15*	0,09 ^{ns}	0,06 ^{ns}
P240	0,39*	0,33*	0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}
P365	0,23*	0,33*	-0,05 ^{ns}	0,08 ^{ns}
P550	0,41*	0,57*	-0,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}
CFD	-0,23*	-0,21*	0,09 ^{ns}	0,13*
CFS	-0,07*	-0,17*	0,08 ^{ns}	0,30*
PE550	0,69*	—	0,12*	—

⁽¹⁾ Peso ajustado aos 120 dias (P120), peso ajustado aos 240 dias (P240), peso ajustado aos 550 dias (P550), conformação frigorífica à desmama (CFD), conformação frigorífica ao sobreano (CFS) e perímetro escrotal aos 550 dias (PE550).

* Diferença significativa a 5%. ^{ns} Não significativa a 5%.

Traço (—): informação não aplicável.

Tabela 2. Estimativas de correlação fenotípica para perímetro escrotal aos 365 (PE365) e 550 dias (PE550), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo de partos (IDP) e características visuais (EPMURAS).

EPMURAS	PE365	PE550	IPP	IDP
Estrutura corporal (E)	0,039 ^{ns}	0,079*	0,240*	0,108*
Precocidade (P)	0,061*	0,101*	0,227*	0,077*
Musculosidade (M)	0,068*	0,116*	0,093 ^{ns}	0,080*
Tamanho de umbigo (U)	-0,072*	-0,106*	0,059 ^{ns}	0,009 ^{ns}
Características raciais (R)	-0,067*	-0,099*	-0,127*	0,031 ^{ns}
Aprumos (A)	-0,073*	-0,109*	-0,112*	0,018 ^{ns}
Características sexuais (S)	0,029*	-0,081*	-0,047 ^{ns}	-0,011 ^{ns}

^{ns} Diferença não significativa a 5%. * Significativa a 5%.

Observou-se ainda que as correlações entre IPP e IDP com estrutura e precocidade foram positivas, sugerindo que a seleção para aumento da estrutura corporal e profundidade de costelas pode levar a um aumento no IPP e no IDP, o que não é favorável. Em sistemas de criação extensivos, animais maiores apresentam uma grande necessidade nutricional de manutenção e tendem a ser mais tardios em relação à precocidade sexual (Nobre et al., 2013). Esse fato pode ter contribuído para a menor fertilidade e precocidade sexual, expressas pelas médias de IPP e IDP, em matrizes que apresentaram maior estrutura e volume corporal nos rebanhos em estudo. Em relação à musculabilidade das fêmeas, observaram-se valores de correlações pouco expressivos, indicando a baixa eficiência no processo seletivo de fêmeas por meio da análise visual dessa característica.

O tamanho de umbigo não apresentou correlação fenotípica significativa com IPP e IDP (Tabela 2). No entanto, sua inclusão em programas de seleção é importante para evitar o descarte de matrizes e reprodutores por enfermidades ou dificuldades na cópula (Silveira Neto et al., 2016).

As características raciais e de aprumos apresentaram correlação fenotípica negativa e favorável à diminuição de IPP e não significativa estatisticamente para IDP (Tabela 2). Quanto à sexualidade, não foi observada diferença estatística para essas características. Esses resultados demonstram a baixa contribuição de raça, aprumos e sexualidade para melhorias de características de eficiência reprodutiva em fêmeas. No entanto, aspectos raciais e de aprumos devem ser incluídos em programas de seleção, elevando a adaptabilidade e longevidade dos animais no rebanho.

Conclusões

- 1) Ganhos genéticos correlacionados podem ser obtidos por meio das avaliações visuais para as características reprodutivas e de crescimento.
- 2) Fêmeas de maior estrutura corporal tendem a ser mais sexualmente tardias devido à correlação fenotípica desfavorável entre idade ao primeiro parto, intervalo de partos e estrutura corporal.

Referências

- BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D. **A manual for use for MTDFREML: a set of programs to obtain estimates of variance and covariance.** Lincoln: Department of Agriculture: Agricultural Research Service, 1995, 120 p.
- BRUMATTI, R. C.; FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P.; FORMIGONNI, I. B. Desenvolvimento de índice de seleção em gado corte sob o enfoque de um modelo bioeconômico. **Arquivos de Zootecnia**, v. 60, n. 230, p. 205-213, 2011. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v60i230.4669>.
- DUITAMA, L. O.; FARAH, M.; UTSONOMIYA, A. H.; ONO, R. K.; PIRES, M.; FONSECA, R. da. Uso de modelos lineares mistos na avaliação genética de escores visuais: estudo de simulação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 4, p. 1239-1246, ago. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-6351>.
- GRESSLER, S. L.; GRESSLER, M. G. M.; BERGMANN, J. A. G. Fatores ambientes e estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 4, p. 986-994, ago. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-6219>.
- KLUSKA, S.; OLIVIERI, B. F.; BONAMY, M.; CHIAIA, H. L. J.; FEITOSA, F. L. B.; BERTON, M. P.; PERIPOLLI, E.; LEMOS, M. V. A.; TONUSSI, R. L.; LÔBO, R. B.; MAGNABOSCO, C. U.; CROCE, F. D.; OSTERSTOCK, J.; PEREIRA, A. S. C.; MUNARI, D. P.; BEZERRA, L. A.; LOPES, F. B.; BALDI, F. Estimates of genetic parameters for growth, reproductive, and carcass traits in Nelore cattle using the single step genomic BLUP procedure. **Livestock Science**, v. 216, p. 203-209, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.08.015>.
- KOURY FILHO, W. **Escores visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte.** 2005. 80 f. Tese (Doutorado em Zootecnia: Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.
- MOTA, L. F. M.; COSTA, L. S.; ABREU, L. R. A.; BONAFÉ, C. M.; VENTURA, H. T.; MARTINS, P. G. M. A. Genetic evaluation for scrotal circumference in Guzerat cattle through different models. **Livestock Science**, v. 222, p. 1-6, Apr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.004>.
- NOBRE, P. R. C.; SILVA, L. O. C. da; ROSA, A. do N.; MENEZES, G. R. de O. Programa Embrapa de Melhoramento de gado de corte – GENEPLUS. In: ROSA, A. do N.; MARTINS, E. N.; MENEZES, G. R. de O.; SILVA, L. O. C. da (ed.). **Melhoramento genético aplicado em gado de corte: Programa Geneplus-Embrapa.** Brasília, DF: Embrapa; Campo Grande, MS: Embrapa Gado de

Corte, 2013. p. 235-241. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/980618>. Acesso em: 15 jun. 2023.

PATERNO, F. M.; BUZANSKAS, M. E.; KOURY FILHO, W.; LÔBO, R. B.; QUEIROZ, S. A. Evaluation of body weight and visual scores for genetic improvement of Nelore cattle. **Tropical Animal Health Production**, v. 49, p. 467-473, Mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1215-2>.

PEREIRA, L. S.; BRUNES, L. C.; REY, F. S. B.; CARMO, A. S.; CARVALHO, R. A.; SOARES, B. B.; MAGNABOSCO, C. U. **Associação genética entre eficiência alimentar e características de crescimento, reprodução e carcaça em bovinos da Raça Guzará**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021. 44 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 391). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1141143>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SIQUEIRA, J. B.; GUIMARÃES, J. D.; PINHO, R. O. Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 37, n. 1, p. 3-13, 2013. Suplemento. Disponível em: [http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v37n1/p3-13%20\(RB262\).pdf](http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v37n1/p3-13%20(RB262).pdf). Acesso em: 15 jun. 2023.

SOUZA, A. R. D. L. **Relações entre eficiência alimentar, características de carcaça e qualidade de carne de novilhos Nelore confinados**. 2012. 86 f. Tese (Doutorado e Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SILVEIRA NETO, O. J. da; TAVEIRA, R. Z.; AMARAL, A. da G.; PIMENTA, P. da S.; CARVALHO, F. E. de; OLIVEIRA, B. C. de; MARTINS, T. R. Desempenho e escores visuais em bovinos ao sobre ano da raça Nelore. **Pubvet**, v. 10, n. 6, p. 448-512, jun. 2016. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n6.503-506>.

TRAMONTE, N. C.; GRUPIONI, N. V.; STAFUZZA, N. B.; GUIDOLIN, D. G. F.; SAVAGNAGO, R. P.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B.; MUNARI, D. P. Genetic parameters, genetic trends, and principal component analysis for productive and reproductive traits of Guzará beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, e20180034, set. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/rbz4820180034>.

Efeitos ambientais na produção in vitro de embriões na raça Senepol

Antônia Kaylyanne Pinheiro⁽¹⁾, José Marques Carneiro Junior⁽²⁾, Gabriela Assis Marques Carneiro⁽³⁾, Erasmo Filho Paiva de Aguiar⁽³⁾, Mauricio Santos Silva⁽⁴⁾, Jennifer Teodoro Gregianini⁽⁵⁾, Helton Aparecido Garcia Gregianini⁽⁶⁾ e Francisco Aloísio Cavalcante⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudante de doutorado, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisadores, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Estudantes de graduação, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁴⁾ Técnico, Geneplus, Rio Branco, AC. ⁽⁵⁾ Estudante de mestrado, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁶⁾ Médico-veterinário, mestre em Ciência Animal, profissional autônomo, Rio Branco, AC.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi identificar os efeitos fixos que afetam as características de produção in vitro de embriões na raça Senepol no Acre. Foram utilizados dados de produção in vitro de embriões da raça Senepol entre os anos de 2019 a 2022, fornecidos pela empresa In vitro Acre. As variáveis avaliadas foram porcentagem de oócitos viáveis, porcentagem de embriões clivados, porcentagem de embriões produzidos e porcentagem de prenhez; e os efeitos fixos foram ano, época e tipo de sêmen (sexado ou convencional). Para avaliação dos efeitos fixos que afetam a produção in vitro utilizou-se o método de quadrados mínimos generalizados por meio do procedimento PROC GLM do programa Statistical Analysis System (SAS). O efeito fixo ano teve resultados significativos para a porcentagem de oócitos viáveis, de embriões clivados e de prenhez, e não significativos para embriões produzidos. O efeito fixo época foi significativo para porcentagem de oócitos viáveis e embriões clivados e não significativo para porcentagem de embriões produzidos e de prenhez. O efeito fixo tipo de sêmen não foi significativo. Concluiu-se que os efeitos fixos ano e época devem ser considerados para a formação de grupos contemporâneos, em possíveis avaliações genéticas das características de produção in vitro de embriões (Pive) da raça Senepol.

Termos para indexação: bovinos de corte, reprodução, biotecnologia.

Environmental effects on the in vitro production of embryos in the Senepol breed

Abstract – The objective of this work was to identify the fixed effects that affect the characteristics of in vitro production of embryos in the Senepol breed in Acre. In vitro production data of Senepol breed embryos were used between the years 2019 and 2022, provided by the company In vitro Acre. The variables evaluated were percentage of viable oocytes, percentage of cleaved embryos, percentage of embryos produced and percentage of pregnancy; and the fixed effects were year, season and type of semen (sexed or conventional). To evaluate the fixed effects that affect in vitro production, the generalized least squares method was used through the PROC GLM procedure of the Statistical Analysis System (SAS) program. The year fixed effect had significant results for the percentage of viable oocytes, cleaved embryos and pregnancy, and non-significant results for embryos produced. The time fixed effect was significant for the percentage of viable oocytes and cleaved embryos and not significant for the percentage of embryos produced and pregnancy. The semen type fixed effect was not significant. It was concluded that year and season fixed effects must be considered for the formation of contemporary groups, in possible genetic evaluations of the characteristics of in vitro production of embryos (Pive) of the Senepol breed.

Index terms: beef cattle, reproduction, biotechnology.

Introdução

No Brasil, desde 2000, a raça Senepol tem sido muito utilizada para formação de rebanhos puros por origem, mas, principalmente, como ferramenta para o cruzamento industrial a campo. Isso devido às suas características positivas como acabamento precoce, qualidade da carne, precocidade sexual para fêmeas e machos e adaptabilidade a regiões tropicais (Pires et al., 2021).

Na pecuária de corte, a produção in vitro de embriões (Pive) é uma técnica reprodutiva importante para a rápida disseminação genética dos animais, especialmente para a raça Senepol, que está em expansão e formação da base genética (Campañoli et al., 2021). A Pive é considerada uma técnica eficaz para multiplicação de machos e fêmeas de alto padrão genético em curto tempo. Contudo, por envolver várias etapas, está sujeita a influências de vários fatores ambientais como ano, época da Pive, idade da doadora e tipo de sêmen (Loiola et al., 2014; Mello et al., 2016; Jelonschek et al., 2018).

Em programas de melhoramento genético é necessário identificar os efeitos sistemáticos não genéticos (efeitos fixos) que afetam a expressão das características de interesse para formação adequada dos grupos de contemporâneos, obtidos pela combinação dos efeitos fixos a serem utilizados nas avaliações genéticas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi identificar os efeitos fixos que afetam as características Pive na raça Senepol no Acre.

Material e métodos

Foram utilizados dados de produção dos anos de 2019 a 2022, fornecidos pela empresa In Vitro Acre, referentes a 218 rodadas de fertilização in vitro da raça Senepol realizadas em 29 fazendas nos estados do Acre, Rondônia e Amazonas.

As variáveis avaliadas foram: porcentagem de oócitos viáveis (Pooc), porcentagem de embriões clivados (Pcliv), porcentagem de embriões produzidos (Pemb) e porcentagem de prenhez (Ppren), de acordo com as equações abaixo.

$$Pooc = \frac{\text{Número de oócitos viáveis}}{\text{Número de oócitos aspirados}} \times 100$$

$$Pcliv = \frac{\text{Número de embriões clivados}}{\text{Número de oócitos viáveis}} \times 100$$

$$Pemb = \frac{\text{Número de embriões produzidos}}{\text{Número de oócitos viáveis}} \times 100$$

$$Ppren = \frac{\text{Número de prenhez}}{\text{Número de oócitos viáveis}} \times 100$$

Os efeitos fixos avaliados foram: ano (2019, 2020, 2021 e 2022), época (seca: corresponde aos meses de junho a setembro; e chuvosa: corresponde aos meses de outubro a maio) e tipo de sêmen (sexado e convencional). Para avaliação dos efeitos fixos que afetam a Pive utilizou-se o método de quadrados mínimos generalizados por meio do procedimento PROC GLM do programa Statistical Analysis System (SAS Institute, 2002), assumindo nível de 5% de significância estatística. A normalidade dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de significância. Os dados foram apresentados no formato média e desvio-padrão.

Resultados e discussão

Na produção in vitro de embriões (Pive) realizada nas 29 fazendas foram obtidos 31.339 oócitos aspirados, os quais resultaram em 218 rodadas/touros de fertilização in vitro (FIV), sendo produzidos 8.579 embriões e 789 prenhez das doadoras Senepol.

Na Tabela 1 estão descritos os valores médios e os respectivos desvios-padrão para os efeitos fixos de época, ano e tipo de sêmen.

Na Pive, os efeitos fixos para ano nas variáveis Pooc, Pcliv e Ppren foram significativos ($p < 0,05$), mas não na variável Pemb. Peixoto et al. (2007), ao verificarem fatores que afetam a taxa de prenhez em um programa Multiple Ovulation and Embryo Transfer (MOET), entre 1992 e 1999, constataram que o ano e a época do ano foram os fatores que mais influenciaram as taxas de prenhez após transferências de embriões. Também Pinheiro et al. (2022), avaliando doadoras Nelore no período entre 2015 e 2018, verificaram que o efeito fixo de ano interferiu nos resultados da Pive para o número total de oócitos, embriões clivados, embriões produzidos e gestação.

Os efeitos fixos de época foram significativos para as variáveis Pooc e Pcliv, não havendo significância para as variáveis Pemb e Ppren. Gama Filho et al. (2007), ao avaliar doadoras Guzerá, verificaram

efeito de sazonalidade para Pive, em que ambientes com temperaturas e umidades elevadas afetaram a viabilidade dos embriões e aumentaram o número de oócitos degenerados. Também Mello et al. (2016), ao avaliar parâmetros genéticos na raça Sindhi, obtiveram efeito significativo de sazonalidade na Pive, tendo em vista que a estação chuvosa proporcionou melhores resultados de produção de oócitos viáveis. O efeito da diferença entre estação seca e chuvosa para a variável oócitos pode ser explicado pelo aumento da disponibilidade de forragens na estação chuvosa, com consequente oferta nutricional ao animal, gerando boa condição corporal para as doadoras, o que não ocorre na estação seca.

Não foi observado efeito fixo para tipo de sêmen nas variáveis avaliadas. Loiola et al. (2014),

ao avaliar a viabilidade de um programa de Pive da raça Nelore utilizando sêmen sexado e convencional, verificaram que o tipo de sêmen não influenciou o número de oócitos clivados e as taxas de gestação, mas o número de embriões produzidos. No processo de sexagem o sêmen é submetido a várias etapas químicas, que podem causar danos aos espermatozoides, o que não ocorre com o sêmen convencional. Dessa forma, vários estudos têm apresentado diferenças significativas entre sêmen sexado e convencional, com melhores resultados para o sêmen convencional (Arruda et al., 2012; Villadiego et al., 2018). Porém neste estudo não houve diferença ($p > 0,05$) nos resultados para essa variável.

Tabela 1. Valores médios e desvios-padrão para porcentagem de oócitos viáveis (Pooc), porcentagem de embriões clivados (Pcliv), porcentagem de embriões produzidos (Pemb) e porcentagem de prenhez (Ppren) por rodada/touro, de acordo com os efeitos fixos época, ano e tipo de sêmen em 29 propriedades dos estados do Acre, Rondônia e Amazonas, entre 2019 e 2022.

Ano	Pooc	Pcliv	Pemb	Ppren
2019	83,03 ± 8,64 ab	53,68 ± 22,48 b	27,32 ± 17,77 a	4,47 ± 5,70 b
2020	76,53 ± 10,03 c	67,02 ± 24,12 a	29,12 ± 14,38 a	8,18 ± 4,96 ab
2021	80,83 ± 11,96 bc	68,13 ± 24,37 a	26,62 ± 14,01 a	5,83 ± 5,02 ab
2022	86,31 ± 7,06 a	56,95 ± 16,95 b	27,33 ± 11,61 a	9,33 ± 7,31 a
PR > F	<0,0001*	<0,0053*	<0,7836 ^{ns}	<0,0817*
Época	Pooc	Pcliv	Pemb	Ppren
Seca	85,88 ± 9,50 a	58,79 ± 21,51 b	25,56 ± 12,30 a	7,02 ± 6,05 a
Chuvosa	78,55 ± 10,59 b	66,97 ± 23,78 a	28,49 ± 14,80 a	6,82 ± 5,31 a
PR > F	<0,0001*	<0,0126*	<0,1395 ^{ns}	<0,8747 ^{ns}
Tipo de sêmen	Pooc	Pcliv	Pemb	Ppren
Convencional	–	64,99 ± 23,95 a	28,11 ± 14,18 a	6,69 ± 5,22 a
Sexado	–	58,49 ± 18,25 a	23,57 ± 12,39 a	7,92 ± 7,46 a
PR > F	–	<0,1455 ^{ns}	<0,0905 ^{ns}	<0,4512 ^{ns}

* Significativo ($p < 0,05$). ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Traço (–): informação não aplicável.

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Conclusão

- 1) Os efeitos fixos ano e época devem ser considerados na formação de grupos contemporâneos em possíveis avaliações genéticas das características Pive da raça Senepol.

Referências

- ARRUDA, R. P.; CELEGHINI, E. C. C.; ALONSO, M. A.; CARVALHO, H. F.; LEMES, K. M.; SILVA, D. F.; RODRIGUEZ, S. A. F.; AFFONSO, F. J. Aspects related to the technique and the utilization of sexed semen *in vivo* and *in vitro*. **Animal Reproduction**, v. 9, n. 3, p. 345-353, 2012. Disponível em: <https://www.animal-reproduction.org/article/5b5a6059f7783717068b46f1>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- CAMPANHOLI, S. P.; GARCIA NETO, S.; BASSO, A. C.; LOSANO, J. D. A.; SIQUEIRA, A. F. P.; NICHI, M.; ASSUMPÇÃO, M. E. O. D.; FREITAS, L. A.; PAZ, C. C. P.; FERRAUDO, A. S.; MONTEIRO, F. M.; GIMENES, L. U. Estimate of *in vitro* embryo production based on sperm subpopulations in Senepol bulls. **Theriogenology**, v. 161, p. 98-107, Feb. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.11.019>.
- GAMA FILHO, R. V.; FONSECA, F. A.; UENO, V. G.; FONTES, R. S.; QUIRINO, C. R.; RAMOS, J. L. G. Ovarian follicular dynamic and embryo production seasonality in Guzerá heifers breed. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 6, p. 422-427, 2007. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2007.26607>.
- JELONSCHEK, J. P.; NETO, A. P.; OLIVEIRA, W.; MOTA, M. F.; BECHER, B. G. Factors affecting the pregnancy rate of embryo recipient IVP: literature review. **Scientific Electronic Archives**, v. 11, n. 6, p. 173-179, 2018. DOI: <https://doi.org/10.36560/1162018754>.
- LOIOLA, M. V. G.; CHALHOUB, M.; RODRIGUES, A. S.; FERRAZ, P. A.; BITTENCOURT, R. F.; RIBEIRO FILHO, A. de L. Validação de um programa de produção *in vitro* de embriões bovinos com transporte de oócitos e de embriões por longas distâncias. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 93-101, mar. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5216/cab.v15i1.23327>.
- MELLO, R. R. C.; MELLO, M. R. B.; SOUSA, S. L. G.; FERREIRA, J. E. Parâmetros da produção *in vitro* de embriões da raça Sindi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 10, p. 1773-1779, out. 2016. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/23409>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- PEIXOTO, M. G. C. D.; BERGMANN, J. A. G.; SUYAMA, E.; CARVALHO, M. R. S.; PENNA, V. M. Logistic regression analysis of pregnancy rate following transfer of *Bos indicus* embryos into *Bos indicus* x *Bos taurus* heifers. **Theriogenology**, v. 67, n. 2, p. 287-292, Jan. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.06.012>.
- PINHEIRO, A. K.; CARNEIRO JUNIOR, J. M.; PINTO NETO, A.; GREGIANINI, H. A. G.; GREGIANINI, J. T. F.; SATRAPA, R. A.; TRENKEL, C. K. G.; BRAGA, A. P.; SILVA, M. S. Parâmetros produtivos e genéticos da produção *in vitro* de embriões Nelore no Estado do Acre. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, e45311730210, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30210>.
- PIRES, A. P. A.; DANTAS, A.; TARÔCO, G.; CHIARI, J. R.; SILVA, R. R.; GONÇALVES, G. J.; VALENTE, T. N. P.; CAMARGOS, A. S. Performance of Senepol females as oocyte donors. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 88751-88762, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n9-167>.
- SAS INSTITUTE. **User's guide**. Cary: SAS Institute, 2002. 525 p.
- VILLADIEGO, F. A. C.; GUIMARÃES, J. D.; COSTA, E. P.; ÁLVAREZ, J. A. C.; LEÓN, V. H. G.; LÓPEZ, C. J. R. Sêmen sexado através de citometria de fluxo e centrifugação por gradiente de concentração. **Revista de Medicina Veterinária**, n. 36, p. 121-133, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.5178>.

Estimativa da dinâmica de crescimento em floresta manejada no sudoeste da Amazônia

Jaquelyne Lins Januário⁽¹⁾, Marcus Vinicio Neves d'Oliveira⁽²⁾ e Luis Claudio de Oliveira⁽²⁾

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

Resumo – Com esse estudo estimou-se a dinâmica de crescimento em uma floresta manejada, nos termos de mortalidade, ingresso e biomassa seca acima do solo, após 5 e 10 anos da exploração, na Floresta Estadual do Antimary, Acre. Foram instaladas dez parcelas permanentes em unidade de produção anual explorada nos anos de 2013 e 2017, com quatro medições de indivíduos arbóreos realizadas em 2013, 2015, 2021 e 2023. A biomassa seca acima do solo foi estimada com base em equação desenvolvida para a área de estudo. Ao final do período, foi verificada redução de 80,9 Mg ha⁻¹ da biomassa da população. A média de biomassa do grupo de espécies comerciais variou de 99,9 Mg ha⁻¹ em 2013 a 80,8 Mg ha⁻¹ em 2021. A taxa de mortalidade da população variou de 5,30% em 2013 a 9,20% em 2023. Embora nem sempre tenha correlação com as operações florestais, eventos climáticos atípicos justificam essa tendência de redução na dinâmica de crescimento, indicando a necessidade de tratamentos silviculturais.

Termos para indexação: estoques de biomassa, manejo florestal, parcelas permanentes.

Study of the forest growth dynamics of a managed forest on the southwestern Amazon

Abstract – In this work we studied the growth dynamics of a managed forest, in terms of mortality, entry and dry biomass above ground, before and 5 and 10 years after exploitation, in the Antimary State Forest, Acre. Ten permanent plots were installed in an annual production unit explored in 2013 and 2017, with four measurements of tree individuals carried out in 2013, 2015, 2021 and 2023. Dry biomass above ground was estimated based on an equation developed for the study area. At the end of the period, a reduction of 80.9 Mg ha⁻¹ in the population's biomass was observed. The average biomass of the group of commercial species ranged from 99.9 Mg ha⁻¹ in 2013 to 80.8 Mg ha⁻¹ in 2021. The population mortality rate ranged from 5.30% in 2013 to 9.20% in 2023. In addition to forestry operations, atypical weather events also contributed to the high mortality observed during the study period, indicating the need to adopt silvicultural treatments to promote forest growth.

Index terms: biomass stocks, forest management, permanent sample plots.

Introdução

Mudanças no clima, uso da terra e perturbações, como incêndios florestais ou desmatamento, afetam os estoques de biomassa seca acima do solo (BSAS) em florestas tropicais. Essas mudanças possuem impactos significativos na capacidade do ecossistema de armazenar carbono e sua quantificação torna-se fundamental para avaliar a produtividade e a resiliência desses ecossistemas florestais (Oliveira et al., 2017; Pires, 2023).

A aplicação do manejo florestal sustentável (MFS) com técnicas de exploração de impacto reduzido (EIR), embora possua como premissa a diminuição dos impactos na floresta remanescente, altera a dinâmica de forma proporcional às características estruturais da floresta, intensidade de corte e técnicas de arraste e transporte utilizadas (Schwartz et al., 2014; Carvalho et al., 2017).

Uma forma eficaz de monitorar as alterações na dinâmica de crescimento em florestas tropicais é por meio de parcelas permanentes (PPs), utilizadas em estudos de longo prazo. O uso de parcelas permanentes possibilita realizar medições para obtenção de variáveis dendrométricas sobre composição florística, ingresso e mortalidade de indivíduos arbóreos, bem como aspectos fitossociológicos e qualitativos de florestas que corroboram para tomadas de decisão referentes ao sistema silvicultural aplicado (Silva et al., 2015). Em áreas de florestas públicas sobre regime de concessão, essas informações subsidiam políticas públicas de uso sustentável dos recursos florestais.

O objetivo deste estudo foi estimar a dinâmica de crescimento na Floresta Estadual do Antimary, Acre, após 5 e 10 anos de sua submissão ao MFS, e inferir se está respondendo de forma adequada às intervenções silviculturais aplicadas.

Material e métodos

A Floresta Estadual do Antimary (FEA) fica localizada no município de Bujari, no estado do Acre (Figura 1), e possui uma área de 47 mil hectares, com predominância de vegetação tropical de floresta aberta com bambu e/ou aberta com palmeiras, floresta densa e, em alguns casos, do tipo aberta com dominância de bambu do gênero *Guadua* (Oliveira et al., 2012; Carvalho et al., 2017). Os solos que predominam são os Argissolos, mas há também a presença variada de outras classes, até mesmo em conjunto na mesma área. O clima é classificado como Awi (Köppen), com precipitação anual em

torno de 2.000 mm e temperatura média anual de 25 °C (Bardales et al., 2015; Carvalho et al., 2017).

Neste estudo foram utilizados dados coletados em dez parcelas permanentes instaladas na unidade de produção anual (UPA) 03 da FEA no ano de 2013. Logo após a instalação, cinco PPs foram afetadas por evento de exploração ainda em 2013, sendo reinstaladas e medidas em 2015, próximo do segundo evento de exploração, em 2017. Apenas três PPs não sofreram influência dos eventos de exploração. As medições foram realizadas nos anos de 2013, 2015, 2021 e uma nova remedição em julho de 2023. Distribuídas de forma sistemática, as parcelas de 1 ha (100 x 100 m) foram subdivididas em 100 subparcelas de 10 x 10 m (Silva et al., 2005). Cada espécie arbórea com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 10 cm foi medida e plaquetada, tendo sido identificada em nível de espécie por parabolânicos, sempre que possível.

Dentro da amostra selecionada, foram considerados dois grupos de espécies: comerciais e não comerciais. Os dados de todas as medições são provenientes do banco de dados da Embrapa Acre. A dinâmica de crescimento da floresta foi avaliada pelos parâmetros: taxa de ingresso de indivíduos, mortalidade e BSAS. Para estimar a BSAS utilizando a variável diâmetro coletada para cada espécie, foi utilizada equação alométrica ajustada para a área de estudo e expressa em Mg ha⁻¹ (Melo, 2017).

$$R = \frac{R_{n+1}}{N}$$

$$M = \frac{1 - \left(\frac{N1}{N0}\right)^1}{T}$$

$$BSAS = \frac{DAP^{2,671} \times 0,064}{1.000}$$

em que

R = taxa de recrutamento.

R_{n+1} = número de ingressos.

T = intervalo de medição em anos.

N0 e N1 = contagem da população inicial e final.

Uma linha de tendência foi traçada a partir das médias de biomassa por parcela, de forma a observar a influência dos dois eventos de exploração e de eventos atípicos naturais na dinâmica desses parâmetros. As análises estatísticas foram realizadas no software SAS Studio e Microsoft Excel.

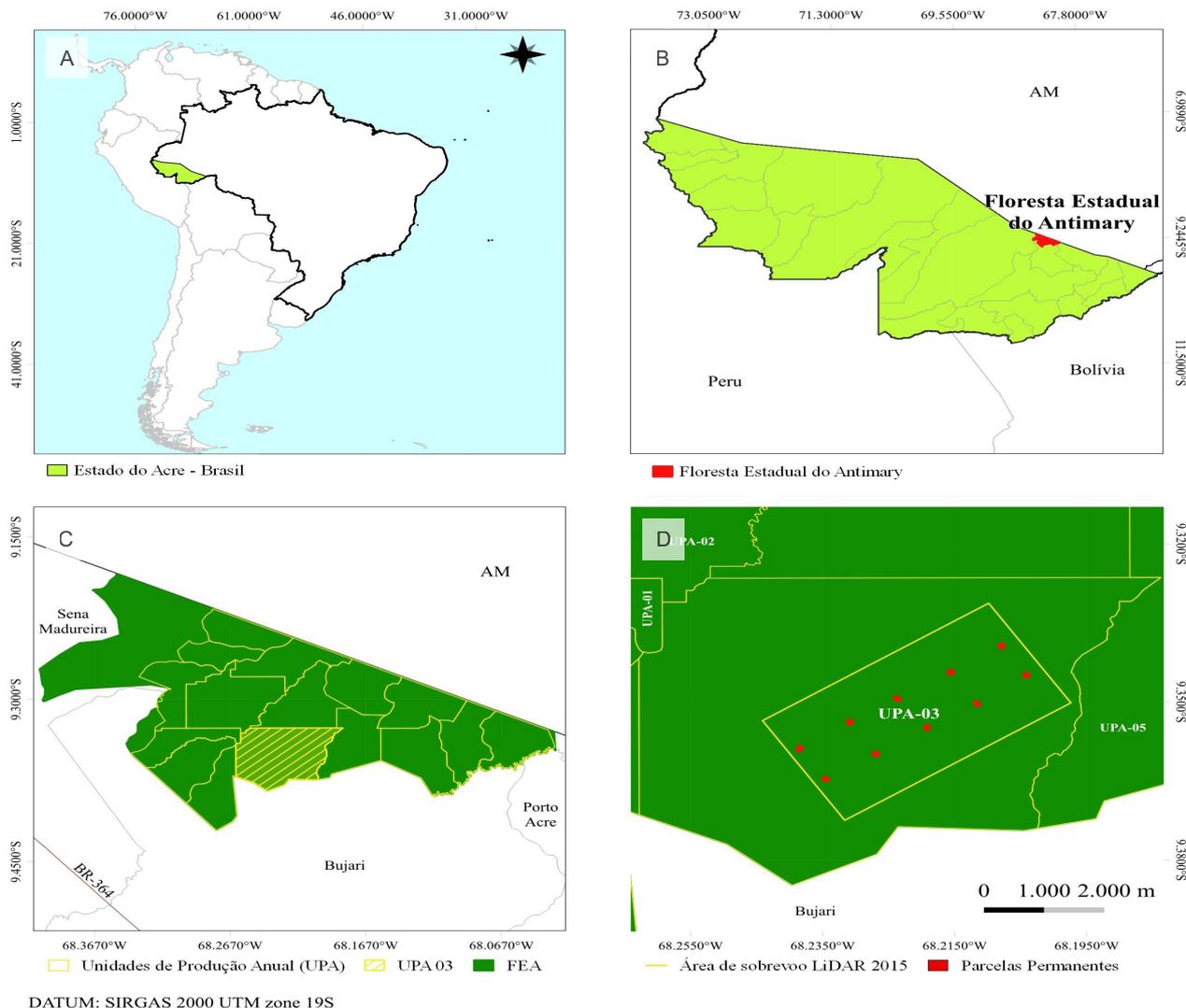


Figura 1. Mapa de localização do Acre em relação à América do Sul (A), da Floresta Estadual do Antimary dentro do estado do Acre (B), divisão das unidades de produção anual (C) e localização das parcelas permanentes dentro da unidade de produção anual estudada (D).

Fonte: Adaptado de IBGE (2019) e dados georreferenciados de parcelas permanentes da Embrapa Acre a serem inseridos no Repositório de Dados de Pesquisa da Embrapa (Redape).

Resultados e discussão

Em 2013, a população original da área consistia em 3.826 indivíduos, com redução para 3.595, 2.759 e 2.570, nas medições de 2015, 2021 e 2023, respectivamente. Logo após o primeiro evento de exploração (2013), a população apresentou taxa de mortalidade dentro do esperado de 5,30%, mas as medições subsequentes revelaram taxa de mortalidade de 9,20%, em que os efeitos da exploração já não possuem forte correlação. Quando ampliado o cenário para todo o período de estudo, observa-se taxa de mortalidade de 4,40%, dentro do esperado na literatura para florestas nativas, como demonstrado por Colpini et al. (2010) em Floresta Ombrófila

Aberta no estado do Mato Grosso; por Dionisio et al. (2017), em Paragominas, PA (3,20%), ainda abaixo do observado; e por Fagundes et al. (2020) na Flona Jamari, RO (11,80%), que possui condições topográficas, climatológicas e regime de exploração similares a FEA.

Parte dessa mortalidade ocorrida na FEA deve ser atribuída a eventos naturais e à competição por recursos. No entanto, é importante monitorar essa tendência ao longo do tempo para garantir a conservação da biodiversidade.

Em 2013, a média de biomassa foi $281,8 \pm 29,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ e ao final do período (2023) $200,2 \pm 20,4 \text{ Mg ha}^{-1}$. Essa redução de $80,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ na BSAS é superior à encontrada por Oliveira et al.

(2021) que identificaram perda média de 27,8 Mg ha⁻¹ para a FEA com a utilização de sensor remoto light detection and range (LiDAR). Embora significativa, essa perda de biomassa não pode ser correlacionada totalmente aos dois eventos de exploração. A média de BSAS das espécies comerciais variou de 99,9 Mg ha⁻¹ em 2013 para 80,8 Mg ha⁻¹ em 2021.

Quando comparadas as médias de BSAS obtidas nas quatro medições e avaliadas independentemente para as dez parcelas e traçadas linhas de tendência, é possível observar que de fato o aumento da mortalidade não pode ser atribuído à exploração (Figura 2). A PP 2 mantém estabilidade e ganhos ao longo do período de 5,8 Mg ha⁻¹, entretanto a PP 4 que possuía comportamento similar de ganho sofre

redução de BSAS entre 2021 e 2023, ambas sem relação com a exploração. As PPs 1, 7 e 8 exploradas em 2013 e a PP 9 explorada em 2017 apresentam comportamento de redução da biomassa ao longo do período. É importante destacar que as PPs 3, 6 e 7 apresentam aumento significativo de mortalidade entre as medições de 2021 e 2023, indicando evento atípico não relacionado com a exploração e que demanda mais investigações. A linha de tendência demonstra um incremento nos próximos anos para todas as PPs, exceto a PP 4. A análise sugere que para a floresta se recuperar e recompor seus estoques de biomassa será necessário um período mais longo do que os 10 anos observados até agora.

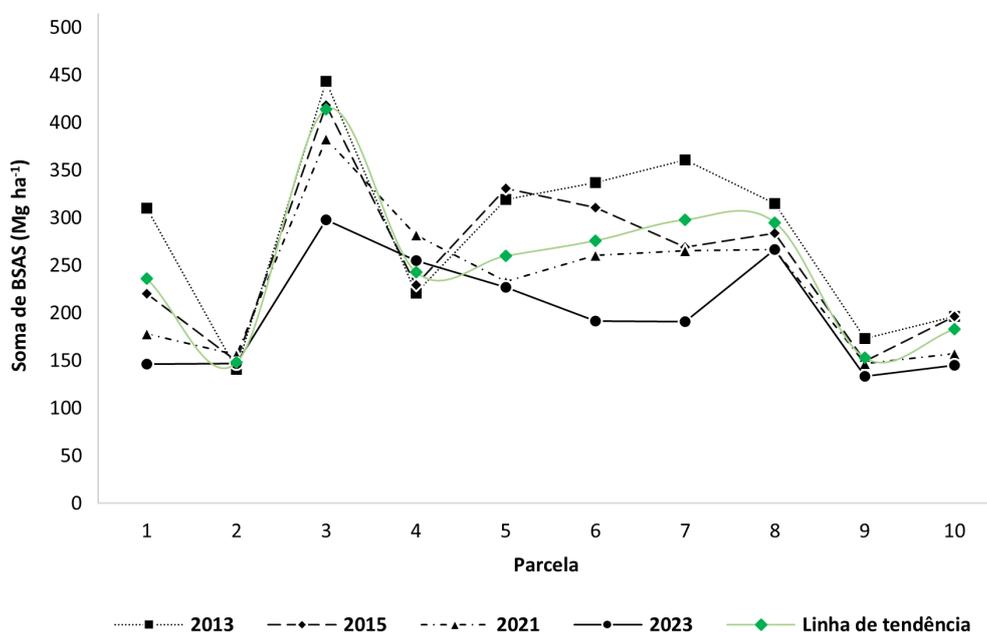


Figura 2. Média móvel da soma de biomassa seca acima do solo (BSAS), por parcela, ao longo dos 10 anos de monitoramento contínuo, na Floresta Estadual do Antimary, Acre.

No período de 2021 a 2023 a taxa de ingresso de indivíduos observada foi de 5,74%, superior às obtidas anteriormente de 2,20 e 0,30%, para 2015 e 2021, respectivamente. Esse resultado vai ao encontro do que se espera para florestas manejadas (acima de 2,00% de recrutamento), como constatado por Silva et al. (2015) em floresta densa de terra firme no Amazonas, com taxa de 4,70% similar

às encontradas neste estudo. Ao final do período de 5 e 10 anos foi observada taxa de ingresso de 1,10%. Os dados obtidos também demonstram que a dinâmica da população em termos de indivíduos sobreviventes (vivos), ingressantes e mortos está próxima de um ponto em que 50,00% da população original será substituída em pouco mais de 15 anos por seus ingressos (Figura 3).

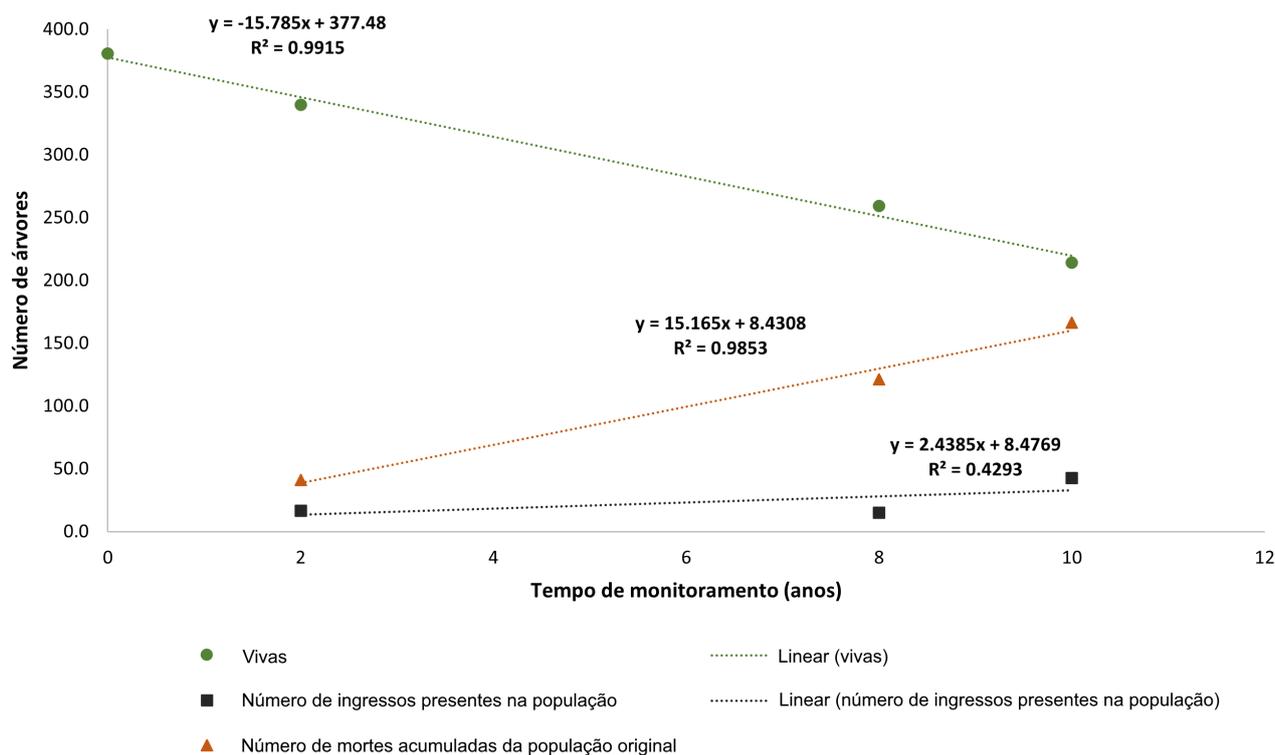


Figura 3. Gráfico da dinâmica da população em termos de árvores sobreviventes, ingressantes e mortas, ao longo do período de estudo, na Floresta Estadual do Antimary, Acre.

Conclusões

- 1) Após 5 e 10 anos, a floresta manejada apresentou taxa de mortalidade dentro do esperado, mas a alta mortalidade registrada entre 2021 e 2023 justifica maiores estudos.
- 2) A perda de biomassa média não pode ser atribuída exclusivamente à exploração, tendo em vista as reduções abruptas em períodos mais recentes que indicam ocorrência de evento natural atípico.
- 3) As taxas de recrutamento e mortalidade indicam um ponto ótimo (*turnover*) de pouco mais de 15 anos para a população da UPA 03.
- 4) É necessário prosseguir com o monitoramento contínuo da área e revisar o planejamento das operações florestais pensando na produtividade do próximo ciclo de corte e na resiliência da floresta.

Agradecimentos

À Embrapa Acre, por meio do Fundo JBS pela Amazônia, pela concessão da bolsa de pesquisa, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de incentivo para o desenvolvimento do projeto de dissertação e à equipe de campo pelo desenvolvimento das atividades de remediações das parcelas.

Referências

BARDALES, N. G.; MOURA, D. C. de S.; SILVA, L. M. da; WADT, L. H. de O. Levantamento semi-detalhado e classificação de solos no Seringal Filipinas, Epitaciolândia, Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: anais**. Uberlândia: SBCE: UFU, ICIAG, 2011. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/904866>. Acesso em: 20 out. 2023.

CARVALHO, A. L. de; OLIVEIRA, M. V. N. d'; PUTZ, F. E.; OLIVEIRA, L. C. de. Natural regeneration of trees in selectively logged forest in western Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 392, p. 36-44, May 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.049>.

COLPINI, C.; SILVA, V. S. M. e; SOARES, T. S.; HIGUCHI, N.; TRAVAGIN, D. P.; ASSUMPÇÃO, J. V. L. Incremento, ingresso e mortalidade em uma floresta de contato ombrófila aberta/estacional em Marcelândia, Estado do Mato Grosso. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 3, p. 549-555, set. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000300014>.

DIONISIO, L. F. S.; SCHWARTZ, G.; MAZZEI, L.; LOPES, J. do C.; SANTOS, G. G. A. dos, OLIVEIRA, F. de A. Mortality of stocking commercial trees after reduced impact logging in eastern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 401, p. 1-7, Oct. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.060>.

FAGUNDES, S. T. S.; SCCOTI, M. S. V.; LIMA, A. C. R.; JUNIOR, J. F. B.; BIAZATTI, S. C. Monitoramento da floresta a curto prazo em área de concessão florestal na Amazônia Ocidental. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 5, p. 55-62, ago./set. 2020. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0006>.

IBGE. **Geociências**: downloads: bases cartográficas contínuas. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 18 ago. 2023.

MELO, A. W. F. de. **Alometria de árvores e biomassa florestal na Amazônia Sul-Ocidental**. 2017. 154 f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) – Programa de Pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

OLIVEIRA, M. V. N. d'; FIGUEIREDO, E. O.; ALMEIDA, D. R. A. de; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, C. A.; NELSON, B. W.; CUNHA, R. M. da; PAPA, D. de A.; STARK, S. C.; VALBUENA, R. Estimating forest biomass and identifying low-intensity logging areas using airborne scanning lidar in Antimary State Forest, Acre State, Western Brazilian Amazon. **Remote Sensing of Environment**, v. 124, p. 479-491, Sept. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.05.014>.

OLIVEIRA, M. V. N. d'; OLIVEIRA, L. C.; ACUÑA, M. H. A.; BRAZ, E. M. Vinte anos monitorando a dinâmica de crescimento de uma floresta tropical explorada na Amazônia ocidental. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 493-502, out./dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.92.1398>.

OLIVEIRA, M. V. N. d'; REUTEBUCH, S. E.; MCGAUGHEY, R. J.; ANDERSEN, H. E. Impacts of selective logging on Amazon forest canopy structure and biomass with a LiDAR and photogrammetric survey sequence. **Forest Ecology and Management**, v. 500, 119648, Nov. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119648>.

PIRES, G. F. The forest is not yet lost. **Nature Climate Change**, v. 13, n. 7, p. 606-607, July 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01707-3>.

SCHWARTZ, G.; LOPES, J. C.; KANASHIRO, M.; MOHREN, G. M.; PEÑA-CLAROS, M. Disturbance level determines the regeneration of commercial tree species in the Eastern Amazon. **Biotropica**, v. 46, n. 2, p. 148-156, Mar. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/btp.12096>.

SILVA, K. E. da; SOUZA, C. R. de; AZEVEDO, C. P. de; ROSSI, L. M. B. Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 193-201, mar. 2015. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr105.aspx>. Acesso em: 20 out. 2023.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. do C. A.; OLIVEIRA, L. C. de; SILVA, S. M. A. da; CARVALHO, J. O. P. de; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M. **Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 68 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/954902>. Acesso em: 20 out. 2023.

Identificação de híbridos em amendoim forrageiro utilizando microssatélites de RNA-Seq

Giovana de Almeida Calacina⁽¹⁾, Vanessa Santos Silva⁽²⁾, Clemeson Silva de Souza⁽³⁾, Jônatas Chagas de Oliveira⁽⁴⁾, Giselle Mariano Lessa de Assis⁽⁵⁾ e Tatiana de Campos⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Bolsista, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Bióloga, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽³⁾ Professor, Instituto Federal do Acre, Sena Madureira, AC. ⁽⁴⁾ Técnico, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽⁵⁾ Pesquisadoras, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – *Arachis pintoi* e *Arachis repens*, popularmente conhecidos como amendoim forrageiro e grama-amendoim, respectivamente, são leguminosas herbáceas tropicais com atributos favoráveis para utilização em pastagens. O melhoramento genético utiliza a hibridação artificial para acessar a variabilidade genética. Os marcadores moleculares são fundamentais na efetiva identificação de híbridos intra e interespecíficos. Os microssatélites destacam-se por ser uma ótima ferramenta na caracterização molecular de vegetais por sua natureza codominante, elevado polimorfismo e grande distribuição ao longo do genoma. Este trabalho teve como objetivo identificar híbridos de cruzamentos de amendoim forrageiro por meio de marcadores microssatélites derivados de regiões expressas. Foram obtidas 4.802 sementes a partir de cruzamentos realizados em 2021 entre 20 genótipos do programa de melhoramento genético. Dessas, 1.915 (39,88%) sementes germinaram, e o DNA genômico foi extraído e amplificado com marcadores microssatélites derivados de sequências expressas. Até o momento, 48 híbridos foram identificados pela certificação molecular. Assim, a identificação de híbridos com marcadores microssatélites derivados de regiões expressas foi eficiente e ofereceu suporte para a rotina de análises do Programa de Melhoramento Genético do Amendoim Forrageiro realizado na Embrapa Acre.

Termos para indexação: *Arachis* spp., marcadores moleculares, SSR.

Identification of hybrids in forage peanut using RNA-Seq microsatellites

Abstract – *Arachis pintoi* and *Arachis repens*, popularly known as forage peanut and peanut grass, respectively, are tropical herbaceous legumes with favorable attributes for its use in pastures. Genetic improvement uses artificial hybridization to access genetic variability. Molecular markers are fundamental in the effective identification of intra- and interspecific hybrids. Microsatellites stand out for being a great tool in the molecular characterization of plants due to their codominant nature, high polymorphism and wide distribution throughout the genome. This study aimed to identify hybrids from forage peanut crosses using microsatellite markers derived from expressed regions. About 4,802 seeds were obtained from crosses carried out in 2021 between 20 genotypes from the breeding program. Of these, 1,915 (39.88%) seeds germinated, and genomic DNA was extracted and amplified with microsatellite markers derived from expressed sequences. To date, 48 hybrids have been identified by molecular certification. Thus, the identification of hybrids with microsatellite markers derived from expressed regions was efficient and offered support for the routine analysis of the Forage Peanut Genetic Breeding Program carried out at Embrapa Acre.

Index terms: *Arachis* spp., molecular markers, SSR.

Introdução

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Greg.) é uma excelente leguminosa para consórcio com gramíneas por possuir elevado valor nutritivo, tolerância à desfolhação e boa resistência ao pastejo (Tamele et al., 2018). A espécie *Arachis repens* Handro, também pertencente à seção *Caulorrhizae*, possui os mesmos atributos forrageiros, apesar de ser mais utilizada como planta ornamental. Entretanto, o desenvolvimento de novas cultivares depende da geração de variabilidade genética e da combinação de características agrônomicas de interesse no mesmo genótipo. Adicionalmente, há demanda por novas cultivares adaptadas a diferentes sistemas de produção e diferentes condições edafoclimáticas. Nesse contexto, o Programa de Melhoramento Genético do Amendoim Forrageiro, desenvolvido na Embrapa Acre (Assis; Valentim, 2013), utiliza a hibridação artificial intra e interespecífica como ferramenta de geração de variabilidade genética a partir de cruzamentos entre genótipos previamente avaliados e selecionados.

A identificação de híbridos pode ser realizada tanto por marcadores morfológicos, citogenéticos, quanto por marcadores moleculares. Os marcadores morfológicos são caracterizados por um fenótipo de fácil classificação e com baixo custo para análise, porém, é necessário que a espécie possua o marcador monogênico, dominante e contrastante entre os genitores. No amendoim forrageiro, apenas a cor da flor é relatada como marcador morfológico de fácil identificação. A maioria dos genótipos usados no programa de melhoramento possui flor amarela, o que dificulta o uso desse caráter para identificação dos híbridos. Dessa forma, o uso de marcadores moleculares é fundamental para a identificação dos cruzamentos controlados. Uma das técnicas mais indicadas para estudar polimorfismo entre sequências de DNA é por meio de microssatélites ou Simple Sequence Repeats (SSR). Isso se deve ao fato de que esses marcadores são altamente polimórficos, apresentando uma grande variedade de alelos em uma população, o que possibilita a identificação de indivíduos e a caracterização da diversidade genética (Aiello et al., 2020).

Com o uso do sequenciamento do RNA (RNA-Seq) é possível desenvolver milhares de SSRs com menor custo e esforço do que as técnicas tradicionais (Taheri et al., 2018). Segundo Poczai et al. (2013), os marcadores desenvolvidos a partir de RNA são vantajosos, uma vez que derivam de regiões de expressão gênica e geram fragmentos com possibilidade de relação com características do

fenótipo, o que é essencial para estudos de associação. No gênero *Arachis*, essa técnica tem sido empregada, principalmente, no amendoim comum (*Arachis hypogaea* L.) e nas espécies silvestres mais próximas filogeneticamente (*Arachis ipaensis* Krapov. & W.C. Greg. e *Arachis duranensis* Krapov. & W.C. Greg.) (Chopra et al., 2014). Para *A. pintoi* foram desenvolvidos 186 marcadores SSR a partir do RNA-Seq de tecido foliar, os quais apresentaram elevado polimorfismo e são altamente informativos (Oliveira, 2020).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo identificar híbridos de cruzamentos de amendoim forrageiro por meio de marcadores microssatélites derivados de regiões expressas.

Material e métodos

Sementes oriundas dos cruzamentos realizados em 2021, entre 20 genótipos pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético do Amendoim Forrageiro da Embrapa Acre, foram utilizadas para avaliação de híbridos. Amostras de tecido foliar jovem dos parentais e das plântulas foram coletadas e transportadas em tubos de 2,00 mL ao Laboratório de Morfogênese e Biologia Molecular da Embrapa Acre. Para extração e quantificação do DNA, foi utilizado o protocolo descrito por Campos et al. (2016).

O mix para realização de PCR continha: tampão 1x; 2,00 mM de MgCl₂; 0,25 mg mL⁻¹ BSA (albumina sérica bovina); 0,25 mM dNTP, 0,80 μM de iniciadores, 1,00 U de Taq polimerase e 7,50 ng μL⁻¹ DNA, totalizando 13,00 μL. Os ciclos de amplificação da PCR foram: desnaturação inicial a 94 °C por 5 minutos, seguida de 30 ciclos de 94 °C por 1 minuto para desnaturação, temperatura de anelamento (específica para cada iniciador), extensão de 72 °C por 1 minuto e uma fase final de extensão de 72 °C por 5 minutos. As reações de amplificação foram realizadas com um conjunto de locos, derivado de sequências expressas do tecido foliar do amendoim forrageiro, desenvolvido por Oliveira (2020).

Os produtos das amplificações foram visualizados em gel de agarose a 3,00%. Os fragmentos de DNA foram aplicados em gel desnaturante de poliacrilamida (5,00%) e corados de acordo com Creste et al. (2001). Híbridos certificados foram comparados com perfis genotípicos dos parentais para a identificação do doador de pólen.

Resultados e discussão

Foram utilizadas 4.802 sementes para plantio, sendo germinadas 1.915 (39,88%) com formação de plântulas. Os genitores utilizados para os cruzamentos são materiais de interesse, avaliados e selecionados em etapas anteriores do programa de melhoramento genético. As reações de amplificação foram realizadas com sucesso e um conjunto de nove locos (Tabela 1) foi selecionado para a rotina de análises. Os critérios de seleção dos locos foram a facilidade de amplificação e o elevado polimorfismo, capaz de discriminar os 20 genitores com alelos exclusivos. Esse conjunto de microssatélites apresentou maior polimorfismo e substituiu os locos anteriormente utilizados na rotina do programa de melhoramento (Campos et al., 2016). Antes do investimento no desenvolvimento de marcadores por

RNA-Seq, existiam apenas 25 marcadores genômicos (Palmieri et al., 2002, 2005, 2010) disponíveis para a espécie. Entretanto, apresentavam limitações nos padrões de amplificação, além da ocorrência de perfis alélicos similares entre os genótipos analisados, o que dificultava a identificação de híbridos.

A partir da amplificação de regiões microssatélites, os alelos identificados foram usados para discriminar material de fecundação externa das progênies de autofecundação. Dessa forma, foram identificados 48 híbridos, que representam 2,50% das amostras genotipadas.

A identificação de híbridos por meio de marcadores microssatélites foi eficiente, oferecendo suporte para a rotina de análises do Programa de Melhoramento Genético do Amendoim Forrageiro realizado na Embrapa Acre.

Tabela 1. Descrição dos nove locos utilizados na rotina de genotipagem.

Primer	Motivo	Sequência (5' - 3')	Ta (°C) ⁽¹⁾	Tamanho (pb) ⁽²⁾	Nº de alelos
Ap(AG)14	(AG)9	F: CCAATTTCCCACTCCGACGA R: GCTTCCGCCATTAATGCCTC	58,5	192	13
Ap(CT)35	(CT)10	F: CAGCTGCGCAACCAAAAGTA R: CCGGCCTTCTTGGTTCTCTT	60,0	169	15
Ap(CT)68	(CT)9	F: ACATTGCAGGCACCCATCTT R: AGCACCATCACCAACAACCC	55,4	192	18
Ap(CT)72	(CT)8	F: ACCGGTTGAATTGGGTCCAA R: TTCCCAGCGTGAATGGCATA	60,0	108	15
Ap(TG)76	(TG)8	F: TGTGAACGGTGGTGATCAGT R: AAGTAACGTGACCACCGCTT	58,5	235	4
Ap(GA)98	(GA)9	F: GTGGCGCTCATGACTGATGA R: GAGGCAGCAGAGTCTTCGTT	55,8	148	12
Ap(GAA)106	(GAA)13	F: CTCACCAACGACCCACTTCA R: TCATCAGCAGCACCACCAAT	59,4	206	12
Ap(CT)113	(CT)13	F: GTGTCTCATTCTCCCGCTCC R: CGGTTTTCTTGGTTTGTGTGGT	58,5	128	10
Ap(AG)121	(AG)8	F: AAGCTCTTCTCTCCTTCCCA R: ACCACCATTTGCTCGTCCA	58,5	124	9

⁽¹⁾ Temperatura de anelamento (Ta). ⁽²⁾ Pares de base (pb).

Conclusões

- 1) Os microssatélites selecionados foram eficientes na análise genética de certificação dos híbridos.
- 2) O novo conjunto de microssatélites foi integrado à atual rotina de genotipagem de identificação de híbridos do Programa de Melhoramento Genético do Amendoim Forrageiro.

Agradecimentos

À Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras (Unipasto) e Embrapa pelo suporte financeiro.

Referências

- AIELLO, D.; FERRADINI, N.; TORELLI, L.; VOLPI, C.; LAMBALK, J.; RUSSI, L.; ALBERTINI, E. Evaluation of cross-species transferability of SSR markers in *Foeniculum vulgare*. **Plants**, v. 9, n. 2, article number 175, Feb. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9020175>.
- ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F. Forage peanut breeding program in Brazil. In: JANK, L.; CHIARI, L.; VALLE, C. B. do; RESENDE, R. M. S. (ed.). **Forage breeding and biotechnology**. Brasília, DF: Embrapa; Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2013. p. 77-105. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/979382>. Acesso em: 15 maio 2023.
- 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: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1064915>. Acesso em: 15 maio 2023.
- CHOPRA, R.; BUROW, G.; FARMER, A.; MUDGE, J.; SIMPSON, C. E.; BUROW, M. D. Comparisons of De Novo transcriptome assemblers in diploid and polyploid species using peanut (*Arachis* spp.) RNA-seq data. **PLoS One**, v. 9, n. 12, p. 1-16, Dec. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115055>.
- CRESTE, S.; TUMANN, A.; FIGUEIRA, A. Detection of single sequence repeat polymorphism in denaturing polyacrylamide sequencing gels by silver staining. **Plant Molecular Biology Reporter**, v. 19, p. 299-306, Dec. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02772828>.
- OLIVEIRA, J. C. **Análise do genoma funcional de *Arachis pintoi* e desenvolvimento de novos marcadores moleculares**. 2020. 94 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Conservação) – Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.
- PALMIERI, D. A.; BECHARA, M. D.; CURI, R. A.; GIMENES, M. A.; LOPES, C. R. Novel polymorphic microsatellite markers in section *Caulorrhizae* (*Arachis*, Fabaceae). **Molecular Ecology Notes**, v. 5, n. 1, p. 77-79, Mar. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2004.00838.x>.
- PALMIERI, D. A.; BECHARA, M. D.; CURI, R. A.; MONTEIRO, J. P.; VALENTE, S. E. S.; GIMENES, M. A.; LOPES, C. R. Genetic diversity analysis in the section *Caulorrhizae* (genus *Arachis*) using microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 33, n. 1, p. 109-118, Jan. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-47572010005000001>.
- PALMIERI, D. A.; HOSHINO, A. A.; BRAVO, J. P.; LOPES, C. R.; GIMENES, M. A. Isolation and characterization of microsatellite loci from the forage species *Arachis pintoi* (Genus *Arachis*). **Molecular Ecology Notes**, v. 2, n. 4, p. 551-553, Dec. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1471-8286.2002.00317.x>.
- POCZAI, P.; VARGA, I.; LAOS, M.; CSEH, A.; BELL, N.; VALKONEN, J. P. T.; HYVÖNEN, J. Advances in plant gene-targeted and functional markers: a review. **Plant Methods**, v. 9, article number 6, p. 1-31, Feb. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-4811-9-6>.
- TAHERI, S.; LEE ABDULLAH, T.; YUSOP, M. R.; HANAFI, M. M.; SAHEBI, M.; AZIZI, P.; SHAMSHIRI, R. R. Mining and development of novel SSR markers using next generation sequencing (NGS) data in plants. **Molecules**, v. 23, n. 2, p. 399-419, 2018.
- TAMELE, O. H.; SÁ, O. A. A. L. de; BERNARDES, T. F.; LARA, M. A. S.; CASAGRANDE, D. R. Optimal defoliation management of brachiaria grass-forage peanut for balanced pasture establishment. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 2, p. 522-531, Feb. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules23020399>.

Novos marcadores SNP desenvolvidos a partir do transcriptoma de amendoim forrageiro

Jônatas Chagas de Oliveira⁽¹⁾, Eduardo Fernandes Formighieri⁽²⁾, Ana Letycia Basso Garcia⁽³⁾, Carla Cristina da Silva⁽⁴⁾, Gabriel Rodrigues Alves Margarido⁽⁵⁾ e Tatiana de Campos⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Técnico, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Agroenergia, Brasília, DF. ⁽³⁾ Estudante de doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, SP. ⁽⁴⁾ Bióloga, doutora em Genética e Biologia Molecular, profissional autônoma, Campinas, SP. ⁽⁵⁾ Professor, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, SP. ⁽⁶⁾ Pesquisadora, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) tem-se destacado como fonte alternativa de fertilização, como cobertura verde, por aumentar a produtividade da forragem e, ao mesmo tempo, contribuir para uma pecuária mais sustentável. O uso de ferramentas genômicas no programa de melhoramento pode acelerar os ganhos genéticos e reduzir o tempo de desenvolvimento de novas cultivares. Porém, o número limitado de marcadores e a ausência de análises baseadas em polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs) têm sido fatores limitantes à aplicação dessa abordagem no programa de melhoramento da espécie. Assim, o objetivo deste estudo foi desenvolver marcadores SNPs a partir do transcriptoma foliar de *A. pintoi*. As bibliotecas foram construídas a partir de duas cultivares: Belomonte e Amarillo MG-100. Foi identificado um total de 374.385 SNPs funcionais, dos quais 39,3% foram identificados exclusivamente com o programa GATK e 8,1% pelo programa SAMtools. Por meio da anotação funcional foi possível identificar genes envolvidos tanto na resposta a estresses bióticos e abióticos como no processo da fotossíntese. Esses são os primeiros marcadores SNPs funcionais desenvolvidos para *A. pintoi* e permitirão estudos de expressão gênica, genes candidatos para edição, construção de mapas genéticos, entre outros que fornecerão informações cruciais para programas de melhoramento de *Arachis*.

Termos para indexação: *Arachis pintoi*, RNA-Seq, locos funcionais.

New SNP markers developed from the forage peanut transcriptome

Abstract – Forage peanut (*Arachis pintoi*) has been highlighted as an alternative source of fertilization, as green cover, as it increases forage productivity and, at the same time, contributes to more sustainable livestock farming. The use of genomic tools in breeding programs can accelerate genetic gains and reduce the development time of new cultivars. However, the limited number of markers and the lack of analyzes based on single nucleotide polymorphisms (SNPs) have been limiting factors for the application of this approach in the species improvement program. Therefore, the objective of this study was to develop SNP markers from the *A. pintoi* leaf transcriptome. The libraries were constructed from two cultivars: Belomonte and Amarillo MG-100. A total of 374,385 functional SNPs were identified, of which 39.3% were identified exclusively with the GATK program and 8.1% with the SAMtools program. Through functional annotation it was possible to identify genes involved both in the response to biotic and abiotic stresses and in the photosynthesis process. These are the first functional SNP markers developed for *A. pintoi* and will allow studies of gene expression, candidate genes for editing, construction of genetic maps, among others that will provide crucial information for *Arachis* breeding programs.

Index terms: *Arachis pintoi*, RNA-Seq, functional loci.

Introdução

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Greg.) tem-se destacado como cobertura verde consorciada com culturas comerciais, pois contribui para a manutenção da umidade do solo e ciclagem de nutrientes. Além disso, seu uso em pastagens consorciadas com gramíneas tem auxiliado no aumento expressivo do ganho de peso diário em bovinos, crescimento da produtividade e redução no tempo de recria a pasto de 20 para 13 meses pós-desmama (Sales et al., 2020).

Atualmente, o mercado tem apresentado uma demanda pelo desenvolvimento de novas cultivares. Diante disso, as ferramentas genômicas são apontadas como uma alternativa, pois podem contribuir na redução do tempo necessário ao desenvolvimento de uma cultivar. Dentre os requisitos necessários à aplicação da genômica está a disponibilidade de um grande número de marcadores moleculares, os quais são obtidos a partir da análise do genoma da espécie de interesse. Para espécies que não possuem genoma disponível, o sequenciamento de RNA (RNA-Seq) é apontado como uma alternativa, pois reduz o custo e tempo de desenvolvimento de marcadores moleculares, tais como os SNPs (polimorfismos de nucleotídeo único), além de permitir a coleta de informações que contribuem para a associação do fenótipo com eventos de *splicing* alternativos ou alterações na expressão gênica (Wit et al., 2015). Estudos de associação entre características de interesse e marcadores SNPs têm sido aplicados com sucesso em diversas culturas, demonstrando o grande potencial dessas abordagens para o melhoramento.

Os SNPs são ferramentas muito úteis, especialmente no melhoramento genético, pois têm natureza codominante, são altamente polimórficos e bialélicos, possuem baixa taxa de mutação, estão distribuídos por todo o genoma, além da facilidade de genotipagem, que oferece um bom desempenho considerando a consistência, acurácia e maior facilidade no uso dos dados pelo melhorista (Rafalski, 2002).

Os estudos com RNA-Seq no gênero *Arachis* estão concentrados, principalmente, no amendoim cultivado (*Arachis hypogaea* L.) e nas espécies mais próximas filogeneticamente (*Arachis ipaënsis* Krapov. & W.C. Greg.; *Arachis duranensis* Krapov. & W.C. Greg.), permitindo a identificação de milhares de marcadores SNPs, que têm sido aplicados no melhoramento do amendoim cultivado (Pandey et al., 2017). Já em *A. pintoi* foram obtidas pequenas sequências do genoma, das quais foram desenvolvidos

25 marcadores microssatélites. Esses marcadores foram utilizados em estudos de caracterização do germoplasma de amendoim forrageiro, determinação da taxa de cruzamento e identificação de híbridos (Azêvedo et al., 2016; Campos et al., 2016; Oliveira et al., 2019). Porém, ainda não há marcadores SNPs desenvolvidos para a espécie. Assim, o objetivo deste estudo foi identificar novos marcadores SNPs a partir do transcriptoma foliar de *A. pintoi*.

Material e métodos

As análises foram realizadas com as sequências (*reads*) e o transcriptoma foliar de *A. pintoi* desenvolvidos por Oliveira (2020), o qual utilizou duas cultivares: Amarillo MG100 e Belomonte. O alinhador STAR (versão STAR-2.7.3a) foi usado para alinhar as *reads* ao transcriptoma, a fim de obter as transcrições classificadas (arquivos BAM) para cada cultivar (Dobin et al., 2013). Depois disso, a descoberta de variantes SNPs foi realizada utilizando as configurações padrão no pipeline Genome Analysis Tool Kit (GATK, versão 4.1.4.0) (Poplin et al., 2018) e no pipeline SAMtools (Li, 2011). Para chamada de SNPs, o transcriptoma foi usado como referência. O critério para identificação dos SNPs foi: se alguma cultivar tivesse um alelo diferente da referência, a posição era chamada de provável SNP. Os supostos SNPs identificados pelos programas GATK e SAMtools foram filtrados para QD < 2 e QUAL < 20, respectivamente. Para determinar quais SNPs foram encontrados por cada programa e por ambos, foi aplicado o comando “BCFtools isec” no programa BCFtools (Li, 2011), e esses resultados foram utilizados para construção de um diagrama de Venn usando o pacote *venndiagram* R (Chen; Boutros, 2011). Foi realizada a anotação funcional dos transcritos que deram origem aos SNPs utilizando a base não redundante (nr) do programa Blast2GO, aplicando a opção BlastX e as configurações padrão.

Resultados e discussão

Neste estudo, foi realizada a busca dos primeiros marcadores SNPs funcionais para *A. pintoi*. Um total de 358.519 e 303.996 SNPs foi identificado pelos programas GATK e SAMtools, respectivamente. Após a filtragem, restaram 344.173 (96,0%) SNPs encontrados por GATK e 227.160 (74,7%) por SAMtools. Considerando os SNPs encontrados por ambos os programas, foi identificado um total de 196.948 (48,3%). O programa GATK identificou

a maior quantidade de SNPs exclusivos (39,3%) e o SAMtools a menor quantidade (8,1%) (Figura 1).

O número de SNPs de transição (Ts) foi maior que o número de SNPs de transversão (Tv), produzindo uma relação Ts/Tv de 1,75 para ambos os programas de chamada de SNP (Tabela 1). A variação de transição mais comum foi C ↔ T, com 114.622 e 74.149 SNPs para GATK e SAMtools, respectivamente. A variação de transversão mais comum foi A ↔ T, com 36.277 SNPs (GATK) e 23.727 SNPs (SAMtools).

As variações no número de SNPs identificados em cada um dos programas podem ter ocorrido devido a diferentes abordagens utilizadas em cada pipeline (Cornish; Guda, 2015; Hwang et al., 2015). A filtragem é uma etapa necessária para evitar distorções e falsos positivos na chamada de SNP. Quando Hwang et al. (2015) filtraram variantes abaixo do índice de qualidade (QUAL < 20), encontraram concordância de, aproximadamente, 92,0% entre os programas de chamada de variantes. Considerando

que foi realizada aplicação de padrão de filtragem similar no presente estudo, espera-se que a acurácia tenha sido elevada consideravelmente, reduzindo a presença de falsos positivos nas variantes identificadas. No entanto, o principal fator limitante na acurácia da busca por SNP é a ausência de um genoma de referência para o amendoim forrageiro. Diante disso, as variantes SNPs identificadas por ambos os programas podem ser mais precisas, com menor probabilidade de falsos positivos.

A anotação funcional dos transcritos que deram origem aos SNPs foi realizada por meio da comparação com o banco de dados nr e resultou em 37.219 transcritos mapeados em 146.844 termos de ontologia genética. Dentre os termos anotados, encontram-se RAP2.4, RD21A, NDK1 e ERD15, os quais estão relacionados com mecanismos de tolerância e resposta a estresses bióticos e abióticos. Também foram identificados a plastocianina, CLPB3, tioredoxina tipo F e CAB7, que estão envolvidos nos processos da fotossíntese.

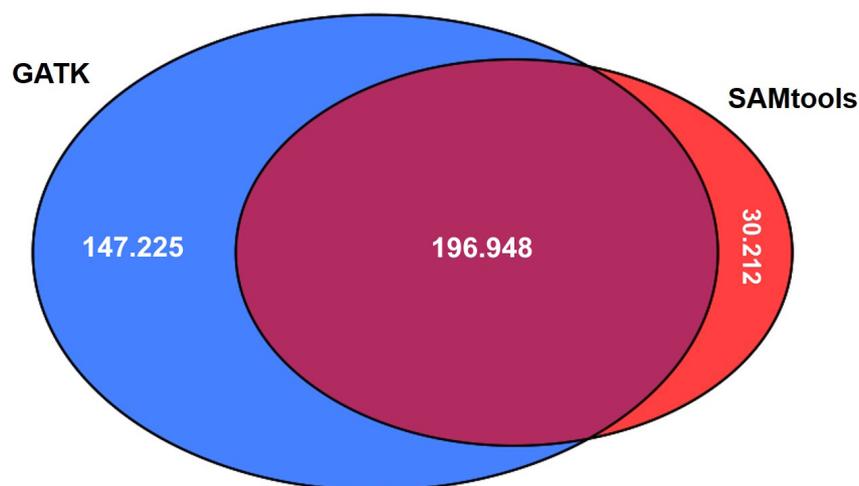


Figura 1. Diagrama de Venn mostrando o número de SNPs encontrados pelos programas GATK e SAMtools, após a filtragem.

Os números nos círculos indicam o número de SNPs encontrados por um ou ambos os pipelines.

Tabela 1. Resumo dos dados dos SNPs identificados pelos programas GATK e SAMtools, após a filtragem.

Programa	Número de SNP	Transição		Transversão			
		A ↔ G	C ↔ T	A ↔ C	A ↔ T	C ↔ G	G ↔ T
GATK	344.173	105.733	114.622	29.707	36.277	26.884	33.161
SAMtools	227.160	71.309	74.149	20.479	23.727	18.198	20.524

Mais pesquisas são necessárias para validar e caracterizar os SNPs descobertos, bem como ligá-los a características fenotípicas de interesse agrônomo, especialmente os genes identificados na anotação funcional. Análises de expressão diferencial podem ser importantes na seleção de SNPs para validação. Além disso, esse conjunto de dados proporcionará novas possibilidades para seleção genômica, mapeamento de ligação e GWAS no programa de melhoramento de *Arachis pintoi*.

Conclusões

- 1) As análises do transcriptoma foliar de *Arachis pintoi* permitiram a identificação dos primeiros marcadores SNPs para o amendoim forrageiro.
- 2) Os primeiros genes candidatos foram identificados, permitindo que estudos de expressão possam ser iniciados para compreender cadeias metabólicas relacionadas à fotossíntese, estresses bióticos e abióticos.

Agradecimentos

Ao governo federal e governo do estado do Acre (Fapac TO: 024/2018) pelo apoio financeiro, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de produtividade e à Embrapa Acre pelo financiamento e infraestrutura para condução dos experimentos.

Referências

- AZÊVEDO, H. S. F. S.; SOUSA, A. C. B.; MARTINS, K.; OLIVEIRA, J. C.; YOMURA, R. B. T.; SILVA, L. M.; VALLS, J. F. M.; ASSIS, G. M. L.; CAMPOS, T. Genetic diversity of the forage peanut in the Jequitinhonha, São Francisco, and Paraná River valleys of Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 3, p. 1-11, Sept. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4238/gmr.15038601>.
- 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: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1064915>. Acesso em: 15 maio 2023.
- CHEN, H.; BOUTROS, P. C. VennDiagram: a package for the generation of highly-customizable Venn and Euler diagrams in R. **BMC Bioinformatics**, v. 12, article number 35, Jan. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2105-12-35>.
- CORNISH, A.; GUDA, C. A Comparison of variant calling pipelines using genome in a bottle as a reference. **Bio-Med Research International**, v. 2015, article ID 456479, Oct. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/456479>.
- DOBIN, A.; DAVIS, C. A.; SCHLESINGER, F.; DRENKOW, J.; ZALESKI, C.; JHA, S.; BATUT, P.; CHAISSON, M.; GINGERAS, T. R. STAR: ultrafast universal RNA-seq aligner. **Bioinformatics**, v. 29, n. 1, p. 15-21, Jan. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts635>.
- HWANG, S.; KIM, E.; LEE, I.; MARCOTTE, E. M. Systematic comparison of variant calling pipelines using gold standard personal exome variants. **Scientific Reports**, v. 5, article number 17875, Dec. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep17875>.
- LI, H. A statistical framework for SNP calling, mutation discovery, association mapping and population genetical parameter estimation from sequencing data. **Bioinformatics**, v. 27, n. 21, p. 2987-2993, Nov. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btr509>.
- OLIVEIRA, J. C. **Análise do genoma funcional de *Arachis pintoi* e desenvolvimento de novos marcadores moleculares**. 2020. 94 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Conservação) – Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.
- 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, out./dez. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201900200>.
- PANDEY, M. K.; AGARWAL, G.; KALE, S. M.; CLEVINGER, J.; NAYAK, S. N.; SRISWATHI, M.; CHITIKINENI, A.; CHAVARRO, C.; CHEN, X.; UPADHYAYA, H. D.; VISHWAKARMA, M. K.; LEAL-BERTIOLI, S.; LIANG, X.; BERTIOLI, D. J.; GUO, B.; JACKSON, S. A.; OZIAS-AKINS, P.; VARSHNEY, R. K. Development and evaluation of a high density genotyping 'Axiom_Arachis' array with 58K SNPs for accelerating genetics and breeding in groundnut. **Scientific Reports**, v. 7, article number 40577, Jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep40577>.

POPLIN, R.; RUANO-RUBIO, V.; DEPRISTO, M. A.; FENNELL, T. J.; CARNEIRO, M. O.; VAN DER AUWERA, G. A.; KLING, D. E.; GAUTHIER, L. D.; LEVY-MOONSHINE, A.; ROAZEN, D.; SHAKIR, K.; THIBAUT, J.; CHANDRAN, S.; WHELAN, C.; LEK, M.; GABRIEL, S.; DALY, M. J.; NEALE, B.; MACARTHUR, D. G.; BANKS, E. Scaling accurate genetic variant discovery to tens of thousands of samples. **bioRxiv**, July 2018. DOI: <https://doi.org/10.1101/201178>.

RAFALSKI, A. Applications of single nucleotide polymorphisms in crop genetics. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 5, n. 2, p. 94-100, Apr. 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(02\)00240-6](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(02)00240-6).

SALES, M. F. L.; ASSIS, G. M. L. de; ANDRADE, C. M. S. de; SÁ, C. P. de; MESQUITA, A. Q. de; VALENTIM, J. F. **Recria de bovinos de corte em pastos de capim-humidícola consorciados com amendoim forrageiro no Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2020. 28 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 79). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1127108>. Acesso em: 15 maio 2023.

WIT, P.; PESPENI, M. H.; PALUMBI, S. R. SNP genotyping and population genomics from expressed sequences – current advances and future possibilities. **Molecular Ecology**, v. 24, n. 10, p. 2310-2323, May 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/mec.13165>.

