

**Eventos Técnicos &
Científicos nº 3**

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



**III Seminário da Embrapa Acre de Iniciação
Científica e Pós-Graduação**

Ciência e Tecnologia na Sociedade Digital (edição on-line)

13 a 16 de outubro de 2020
Rio Branco, AC

Embrapa

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

Eventos Técnicos & Científicos nº 3

III Seminário da Embrapa Acre de Iniciação
Científica e Pós-Graduação

**Ciência e Tecnologia na Sociedade Digital
(edição on-line)**

13 a 16 de outubro de 2020

Rio Branco, AC

*Virgínia de Souza Álvares
Fabiano Marçal Estanislau
Editores Técnicos*

Embrapa Acre
Rio Branco, AC
2021

Embrapa Acre
Rodovia BR-364, km 14,
sentido Rio Branco/Porto Velho
Caixa Postal 321, CEP 69900-970 Rio Branco, AC
Fone: (68) 3212-3200, Fax: (68) 3212-3285
<http://www.embrapa.br>
<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Acre

Presidente
Elias Melo de Miranda

Secretária-Executiva
Claudia Carvalho Sena

Membros
*Carlos Mauricio Soares de Andrade, Celso Luis Bergo,
Evandro Orfanó Figueiredo, Rivalalve Coelho Gonçalves,
Rodrigo Souza Santos, Romeu de Carvalho Andrade Neto,
Tadário Kamel de Oliveira, Tatiana de Campos, Virgínia de
Souza Álvares*

Supervisão editorial e revisão de texto
*Claudia Carvalho Sena
Suely Moreira de Melo*

Normalização bibliográfica
Renata do Carmo França Seabra

Diagramação
Francisco Carlos da Rocha Gomes

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Daniel de Almeida Papa

1ª edição
On-line (2021)

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 (3. : 2020 : Rio
Branco, AC).

Ciência e tecnologia na sociedade digital (edição on-line): anais do III Seminário
da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação; Virgínia de Souza Álvares,
Fabiano Marçal Estanislau, editores técnicos. – Rio Branco, AC : Embrapa Acre, 2021.

142 p. : il. color. (Eventos Técnicos & Científicos/Embrapa Acre, 3).

1. Pesquisa científica – Acre. 2. Pesquisa agrícola. I. Álvares, Virgínia de Souza.
II. Estanislau, Fabiano Marçal. III. Embrapa Acre. IV. Série.

CDD (21. ed.) 630.72098112

Comissão organizadora

Daniel de Almeida Papa

Presidente

Fabiano Marçal Estanislau

Vice-presidente

Virgínia de Souza Álvares

Coordenadora

Elias Melo de Miranda

José Marques Carneiro Junior

Rodrigo Souza Santos

Tatiana de Campos

Apoio

Apresentação

A agricultura digital no Brasil é um tema atual. A história do encontro da tecnologia com a agricultura, que transformou o Brasil de importador para exportador de frutas, grãos e carnes, vem desde os anos de 1940. Os avanços foram baseados em muita ciência e tecnologia, propiciando ao agricultor um aumento de produtividade e uma intensificação do sistema agropecuário no País. Atualmente o ambiente rural está cada vez mais conectado com tecnologias de cunho prático, como marketing digital de produtos rurais, mapeamento e planejamento do uso da terra, aplicativos para tomadas de decisão no campo, dentre outros.

É importante que esses conceitos da nova agricultura sejam difundidos desde a formação dos profissionais. Assim, ações de capacitação, como o *III Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação*, são cruciais para fortalecer a inclusão social na era tecnológica. O seminário, este ano totalmente on-line, teve por objetivo apresentar trabalhos de pesquisa realizados por estudantes de graduação ou pós-graduação, pesquisadores e analistas da Embrapa Acre para resolução de problemas específicos da região. O evento ocorreu no intuito de dar continuidade ao esforço despendido pela equipe de, anualmente, apresentar para a sociedade como um todo os resultados de pesquisa gerados na Embrapa Acre, 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).

O seminário foi um importante mecanismo de divulgação de trabalhos científicos realizados pelas equipes da Unidade, além de divulgar conceitos de profissionais da área, com renome nacional. Em 2018, primeiro ano nesse formato de resumos expandidos, foram apresentados e publicados 20 trabalhos e, em 2019, mais 22, nas mais diversas linhas no evento. Em 2020, com o tema *Ciência e Tecnologia na Sociedade Digital*, o evento contou com 27 trabalhos, tornando-se cada vez mais difundido interna e externamente à Embrapa.

Esta publicação está de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma coleção de 17 metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas e que tem o apoio da Embrapa para que sejam atingidas.

Virgínia de Souza Álvares

Presidente do Comitê Gestor de Bolsas PIBIC/PIBITI da Embrapa Acre

Sumário

Trabalhos Apresentados na Modalidade Oral

Diferentes Níveis de Sombreamento no Crescimento Inicial de Mudas de Açaizeiro-Solteiro	9
Crescimento Inicial de Mudas de <i>Euterpe precatoria</i> em Função do Tamanho do Recipiente	15
Efeitos do Tipo de Substrato e Doses de Adubo de Liberação Lenta na Produção de Mudas de Açaizeiro-Solteiro	21
Adubação Nitrogenada e Potássica no Crescimento de Mudas de Açaizeiro-Solteiro	27
Adição de Polpa de Buriti in natura em Farinha de Mandioca Artesanal e sua Influência nos Parâmetros Físico-Químicos	33
Características Físico-Químicas e Microbiológicas de Farinha Adicionada de Polpa de Buriti in natura	39
Controle Estatístico de Qualidade da Farinha de Mandioca com Reconhecimento de Indicação Geográfica.....	47
Determinação do Nível de Dano Causado por <i>Tetranychus ogmophallos</i> (Acari: Tetranychidae) em Amendoim Forrageiro no Estado do Acre	53
Identificação Genética de Híbridos Interespecíficos de <i>Arachis</i>	59

Trabalhos Apresentados na Forma de Banner

Qualidade Oocitária e Nível de Maturação de Embriões Nelore na Taxa de Gestação no Acre.....	65
Efeito de Touro e Sexagem de Sêmen na Produção in vitro de Embriões no Acre	71
Fatores Extrínsecos e Intrínsecos à Produção Influenciando na Caracterização de Farinha de Mandioca Artesanal.....	77
Características Biométricas de Amêndoas Fermentadas de Cupuaçu Visando à Agroindustrialização	83
Levantamento de Doenças Fúngicas em Frutos de Cacau e Cupuaçu no Acre.....	89
Floração e Regeneração Inicial da Taboca-Gigante: um Bambu Nativo do Sudoeste Amazônico	95
Caracterização Físico-Química e Armazenamento de Farinha de Resíduos da Extração de Óleo de Bacaba.....	101
Uso de Drone para Mapeamento de Açaizeiros na Amazônia Ocidental.....	107

Transferibilidade de Marcadores Microsatélites Desenvolvidos a partir de RNA-Seq de Amendoim Forrageiro	113
Concentração de Açafrão-da-Terra na Fabricação de Farinha de Mandioca com Base na Caracterização e Classificação	119
Crescimento de Mudas de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. em Função do Tipo de Substrato	125
Estoque de Carbono nos Solos sob Diferentes Usos na Reserva Kaxinawá de Nova Olinda, Feijó, AC	131
Enriquecimento de Farinha de Mandioca com Matérias-Primas Regionais Amazônicas	137

Diferentes Níveis de Sombreamento no Crescimento Inicial de Mudanças de Açaizeiro-Solteiro

Resller da Silva Nogueira¹, Aurenny Maria Pereira Lunz², Jonathan Barbosa de Oliveira³, Cleyton Silva de Araújo⁴, Romeu de Carvalho Andrade Neto⁵ e Pedro Henrique da Silva Carvalho⁶

¹Graduando em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Graduando em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Biólogo, doutorando em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁵Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁶Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – Para que um cultivo em larga escala tenha um elevado índice de produtividade é necessário utilizar mudas de boa qualidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de sombreamento no crescimento inicial de mudas de açaizeiro-solteiro. O experimento foi instalado no viveiro da Embrapa Acre, no delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos compostos por níveis de sombreamento (20%, 30%, 50%, 65% e 75%) e quatro repetições. Aos 60 dias após a repicagem foi realizada avaliação para as seguintes variáveis: altura das plantas; diâmetro do colo; número de folhas; massa seca da parte aérea, raiz e total; relação parte aérea-raiz; e índice de qualidade de Dickson. As mudas de açaizeiro responderam significativamente em relação aos diferentes níveis de sombreamento, observando-se o melhor crescimento no intervalo de 50% a 70% de sombreamento.

Termos para indexação: *Euterpe precatoria*, níveis de sombra, produção de mudas.

Introdução

O açaizeiro-solteiro (*Euterpe precatoria*) é uma palmeira de estipe único, que ocorre naturalmente nos estados do Acre, Amazonas, Pará e Rondônia (Henderson, 1995). O fruto é usado, principalmente, para a obtenção do “vinho de açaí”, bebida muito apreciada nacional e internacionalmente, devido ao seu valor nutricional. Em virtude da expansão comercial, a produção de frutos, até então exclusivamente extrativista, passou a ser oriunda também de plantios comerciais.

De acordo com Caron et al. (2010), o sucesso de um plantio depende da qualidade das mudas produzidas, sendo essa característica influenciada pela origem da semente, manejo, equipamentos, bem como as condições ambientais do local onde são produzidas. De acordo com Monteiro et al. (2017), dentre os fatores ambientais que afetam diretamente a produção de mudas está a necessidade de luz da espécie, incluindo intensidade, qualidade e duração da luz, atuando, ainda, como agente decisivo no desenvolvimento das plantas, controlando a fotossíntese, além de regular diversos processos metabólicos por meio de fotorreceptores sensíveis a diferentes regimes luminosos.

O uso de sombreamento artificial pode determinar as necessidades luminosas das plantas, principalmente em sua fase inicial. No entanto, altos níveis de sombreamento afetam o desenvolvimento e causam problemas de estiolamento do caule e enfraquecimento das mudas (Silva et al., 2018). Diversos estudos avaliaram o crescimento inicial de mudas de diferentes

espécies de palmeiras em viveiro, sob o efeito da luminosidade controlada, o que resultou em diferentes respostas aos níveis de sombreamento (Almeida et al., 2018; Araújo et al., 2018, 2019).

Nessa perspectiva, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de sombreamento no crescimento inicial de mudas de açaizeiro-solteiro (*E. precatoria*).

Material e métodos

O experimento foi conduzido entre dezembro de 2019 e fevereiro de 2020, em casas de sombreamento no campo experimental da Embrapa Acre, no município de Rio Branco, AC. A semeadura ocorreu em sementeiras com areia, com sementes de *E. precatoria* oriundas da Área de Preservação Permanente da Embrapa Acre. A repicagem das plântulas foi realizada 1 mês após a semeadura para sacos de polietileno de 18 cm x 25 cm, sendo, então, submetidas aos tratamentos propostos.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e seis plantas por parcela, com tratamentos compostos por cinco níveis de sombreamento (20%, 30%, 50%, 65% e 75%). O substrato utilizado foi composto de terra vegetal (70%), casca de castanha (20%), areia (10%), acrescido de 6 kg m⁻³ de adubo de liberação controlada (Basacote Plus 15-08-12 (+2) 12M) e 2 kg m⁻³ de superfosfato triplo. Foram realizadas irrigações diárias pelo sistema de aspersão, a fim de suprir a necessidade hídrica das plantas.

Aos 60 dias após a repicagem foram realizadas avaliações de crescimento e acúmulo de biomassa por meio das seguintes variáveis: altura da planta (cm), com o auxílio de uma régua graduada; diâmetro do colo (mm), com auxílio de paquímetro digital; número de folhas, por meio da contagem das folhas totalmente expandidas e fisiologicamente ativas; massa seca da parte aérea, da raiz e total (g), aferida em uma balança semianalítica, após a parte aérea e raiz da planta serem secadas separadamente em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C até estabilização da massa; e índice de qualidade de Dickson obtido pela equação IQD = (altura/diâmetro + massa seca da parte aérea/massa seca da raiz) (Dickson et al., 1960).

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste "F" ($\alpha=0,05$), seguida da análise de regressão, a partir da qual, quando significativas, as médias dos tratamentos foram ajustadas por equações de regressão polinomial, utilizando-se o programa estatístico Sisvar.

Resultados e discussão

Observou-se diferença significativa ($p<0,05$) dos níveis de sombreamento para as variáveis altura das plantas, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea, relação parte aérea-raiz, massa seca total e índice de qualidade de Dickson.

Para a variável altura da planta (AP), os níveis de sombreamento foram ajustados por meio da equação de regressão linear, sendo observada maior altura para as mudas conforme o sombreamento foi aumentado. Houve um incremento de, aproximadamente, 15,50% na altura das mudas, entre o menor e maior nível de sombra testado (Figura 1A). Resultado similar foi reportado por Araújo et al. (2018; 2019) ao avaliarem a resposta de mudas de patauá e açai-solteiro, respectivamente, a diferentes níveis de sombreamento, nos quais obtiveram médias de altura crescentes até o nível máximo estudado.

Esse comportamento é um mecanismo importante de adaptação das espécies que procuram uma taxa maior de luminosidade para suprir suas necessidades fisiológicas, como descrito por Engel (1989). Silva et al. (2018) relatam que, quando uma muda é submetida a elevados níveis de sombreamento, ocorre um alongamento caulinar, característico do estiolamento, o que resulta no incremento da parte aérea sem que apresente uma porção de biomassa adequada.

O diâmetro do colo (DC) foi ajustado por meio de uma regressão quadrática, apresentando resposta ascendente até o ponto máximo estimado de 68,8% de sombreamento, correspondendo ao valor de 3,16 mm (Figura 1B). Araújo et al. (2018), ao avaliarem o crescimento de mudas de patauá, verificaram comportamento similar para essa variável, com máxima eficiência aos 44,9% de sombra. O diâmetro do colo é uma das variáveis mais utilizadas, pois influencia diretamente na atividade cambial, que é estimulada por carboidratos produzidos pela fotossíntese e hormônios translocados das regiões apicais, sendo um bom indicador da assimilação líquida, por depender diretamente da fotossíntese (Engel, 1989).

Para a massa seca da parte aérea (MSPA), também se observou resposta quadrática dos tratamentos, com máxima alocação de energia e produção de biomassa aos 50% de sombreamento, com valor estimado de 0,26 g (Figura 1C). Ao avaliarem a influência de níveis de sombreamento sob o crescimento inicial de mudas de *Euterpe oleracea*, Dapont et al. (2016) relataram que a máxima eficiência para massa seca da parte aérea ocorreu em ambiente com 40% de sombra.

Constatou-se que a relação parte aérea-raiz (RPAR) teve ajuste das médias por meio da regressão de segundo grau, com o maior valor estimado de 2,97, obtido aos 54% de sombreamento (Figura 1D). Ao avaliarem o crescimento inicial de mudas de palmeira juçara (*Euterpe edulis*), Braz et al. (2017) observaram que o melhor resultado para essa relação ocorreu aos 45% de sombreamento. Brissette (1984) afirma que, para mudas mais equilibradas, a RPAR ideal deve ser próxima de 2,0, e Caldeira et al. (2008) ressaltam a importância dessa relação, pois a parte aérea das mudas não deve ser muito superior à raiz em função de possíveis problemas no que se refere à absorção de água para a parte aérea.

A massa seca total (MST) foi ajustada por uma equação polinomial de segundo grau, tendo seu valor máximo estimado de 0,37 g, quando as mudas de açaizeiro-solteiro foram submetidas a 55% de sombreamento (Figura 1E). Resultados semelhantes foram reportados por Araújo et al. (2018), que obtiveram maior massa seca total em mudas de patauá (*Oenocarpus bataua* Mart.) com a utilização de 50% de sombreamento. De acordo com Paiva et al. (2003), essa variável é um reflexo direto da produção fotossintética líquida, somada à quantidade de nutrientes minerais absorvidos.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi ajustado em uma regressão quadrática, apresentando uma melhor qualidade para mudas de *E. precatoria* com 55% de sombreamento com valor máximo estimado de 0,079 (Figura 1F). Almeida et al. (2018) verificaram que mudas de *E. precatoria* com melhores qualidades obtiveram um valor de IQD de 2,33 com 75% de sombra, enquanto Araújo et al. (2019), estudando mudas de *E. oleracea*, observaram que o ambiente que contribuiu para o maior valor de IQD possuía 20% de sombreamento.

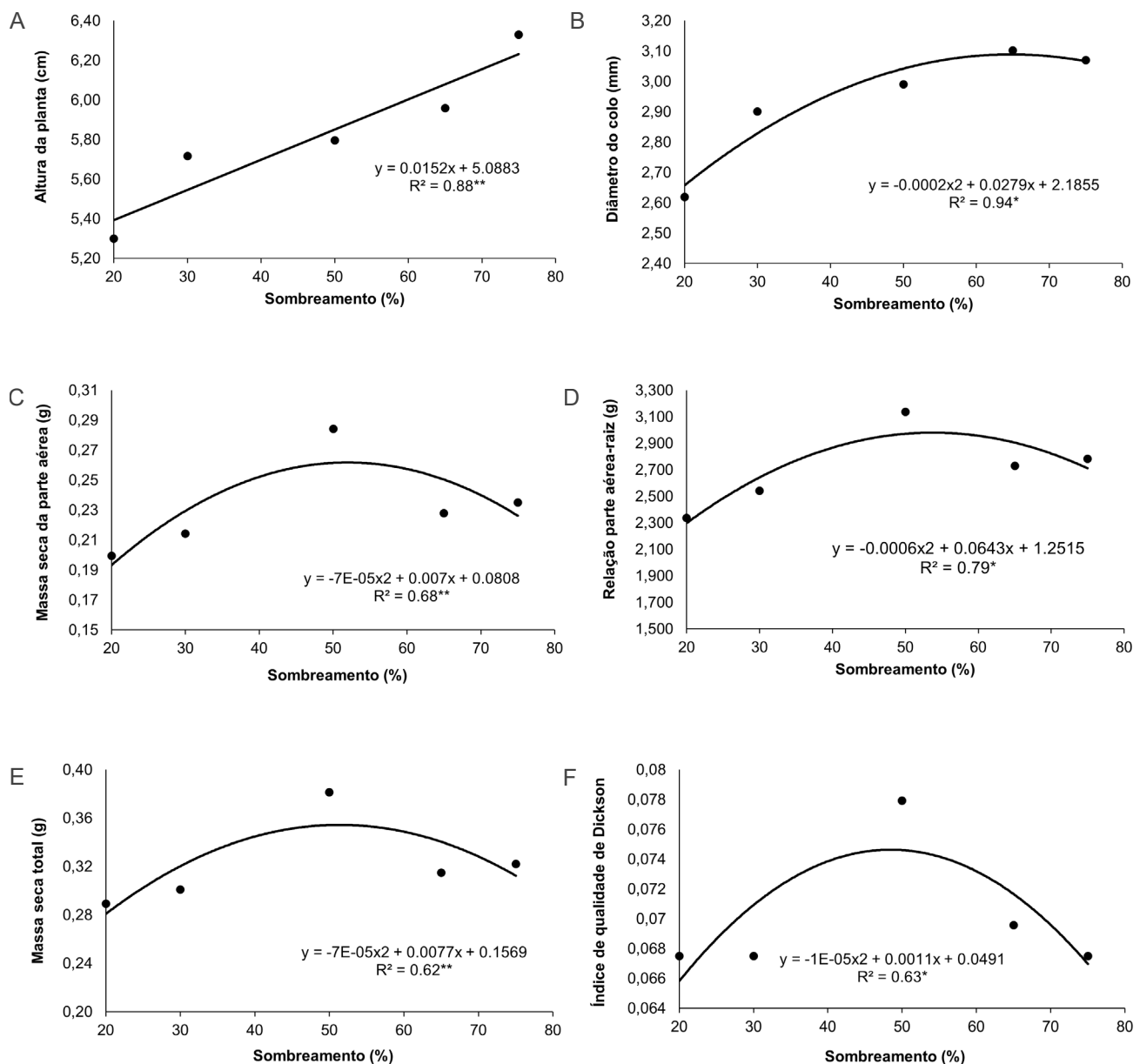


Figura 1. Altura da planta (A), diâmetro do colo (B), massa seca da parte aérea (C), relação parte aérea-raiz (D), massa seca total (E) e índice de qualidade de Dickson (F) de mudas de açazeiro-solteiro submetidas a diferentes níveis de sombreamento, aos 60 dias após a repicagem, Rio Branco, Acre, 2020.

O IQD é uma ferramenta importante para avaliar se as mudas estão aptas ao plantio definitivo, uma vez que engloba vários parâmetros morfológicos, indicadores de sobrevivência e de qualidade das mudas, como robustez e o equilíbrio de distribuição da biomassa (Bonamigo et al., 2016). Almeida et al. (2018) ainda relatam que valores limites de IQD ainda não foram definidos para a espécie *E. precatória*, havendo necessidade de mais estudos para uma classificação de boa qualidade. Todavia, quanto maior o valor de IQD obtido, maior a qualidade da muda produzida (Guisolfi et al., 2018).

Conclusões

Mudas de *Euterpe precatoria* respondem de forma significativa aos diferentes níveis de sombreamento. Níveis entre 50% e 70% de sombreamento promovem melhor crescimento das mudas de açaizeiro-solteiro, aos 60 dias após a repicagem.

Agradecimento

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica (Pibic).

Referências

- ALMEIDA, U. O.; ANDRADE NETO, R. de C.; LUNZ, A. M. P.; NOGUEIRA, S. R.; COSTA, D. A.; ARAÚJO, J. M. Environment and slow-release fertilizer in the production of *Euterpe precatoria* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, p. 382-389, 2018.
- ARAÚJO, C. S. de; ANDRADE NETO, R. de C.; LUNZ, A. M. P.; ARAÚJO, J. M. de; RODRIGUES, M. J. S.; CAPISTRANO, M. C.; SANTOS, R. S. dos. Influência do sombreamento no crescimento inicial de mudas de pataúá (*Oenocarpus bataua* Mart.). In: SIMPÓSIO DE PROPAGAÇÃO DE PLANTAS E PRODUÇÃO DE MUDAS, 2., 2018, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia: SIMPMUDAS**, 2018.
- ARAÚJO, J. M. de; ANDRADE NETO, R. de C.; OLIVEIRA, J. R. de; LUNZ, A. M. P.; ALMEIDA, U. O. de. Shading and slow-release fertilizer effects on the growth characteristics of assai seedlings (*Euterpe oleracea*). **FLORAM**, v. 26, p. 1-10, 2019.
- BONAMIGO, T.; SCALON, S. de P. Q.; PEREIRA, Z. V. Substratos e níveis de luminosidade no crescimento inicial de mudas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schtdl.) K. Schum. (RUBIACEAE). **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 501-511, 2016.
- BRAZ, R. A.; CANAL, G. B.; MENGARDA, L. H. G.; FERREIRA, M. F. S.; FERREIRA, A. Crescimento inicial de palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) sob sombreamento. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 17., 2017, São José dos Campos. **Anais... São José dos Campos: UNIVAP**, 2017. V. 14. p. 1-6.
- BRISSETTE, J. C. Summary of discussion about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984, Alexandria. **Proceedings...** New Orleans: USDA/Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 1984. p. 127-128.
- CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.
- CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; CANTARELLI, E. B.; MANFRON, P. A.; BEHLING, A.; ELOY, E. Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake. submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 683-689, 2010.
- DAPONT, E. C.; SILVA, J. B.; ALVES, C. Z. Initial development of açai plants under shade gradation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 2, p. 1-9, 2016.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. 1989. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

GUISOLFI, L. P.; MONACO, P. A. V.; HADDADE, I. R.; KRAUSE, M. R.; MENEGHELLI, L. A. M.; ALMEIDA, K. M. Production of cucumber seedlings in alternative substrates with different compositions of agricultural residues. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 3, p. 791-797, 2018.

HENDERSON, A. **The Palms of the Amazon**. New York: Oxford University Press, 1995.

MONTEIRO, C. B.; MENGARDA, L. H. G.; CANAL, G. B.; FERREIRA, M. G. S.; FERREIRA, A.; GONÇALVES, E. O Crescimento acumulado em altura, diâmetro do colo e sobrevivência de mudas de juçara (*Euterpe edulis* Martius) sob sombreamento intenso e moderado. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AGROECOLOGIA, 6.; CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 10.; SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO, 5., 2017, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SOCLA: ABA, 2017.

PAIVA, L. C.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 134-140, jan./fev. 2003.

SILVA, D. F.; PIO, R.; MICHELI, M.; MARTINS, A. D.; NOGUEIRA, P. V. Productive and qualitative parameters of *Physalis* species cultivated under colored shade nets. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, e528, 2018.

Crescimento Inicial de Mudras de *Euterpe precatoria* em Função do Tamanho do Recipiente

Jonathan Barbosa de Oliveira¹, Aurenny Maria Pereira Lunz², Resller da Silva Nogueira³, Cleyton Silva de Araújo⁴, Romeu de Carvalho Andrade Neto⁵ e Viviane Pereira Chaves⁶

¹Graduando em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Graduando em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Biólogo, doutorando em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁵Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁶Graduanda em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – Para atender à crescente demanda por derivados do fruto de açaí, tem havido uma expansão do cultivo comercial do açaizeiro, resultando na intensificação da procura por mudas de qualidade dessa espécie. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tamanhos de recipientes sobre o crescimento inicial de mudas de *Euterpe precatoria*. O experimento foi conduzido com 50% de sombreamento, no viveiro do campo experimental da Embrapa Acre, Rio Branco, AC, no delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições de oito plantas. Os tratamentos foram compostos por diferentes tamanhos de recipientes: saco pequeno (P) de 10 cm x 20 cm; saco médio (M) de 15 cm x 22 cm; saco grande (G) de 18 cm x 25 cm; saco extragrande (EG) de 20 cm x 30 cm; e tubete (TB) de 0,28 L. As plantas foram avaliadas quanto à altura, diâmetro do colo, relação altura-diâmetro e número de folhas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey. Aos 120 dias após a repicagem, mudas de *E. precatoria* produzidas em tubetes de 0,28 L apresentaram as melhores características morfológicas.

Termos para indexação: açaizeiro-solteiro, produção de mudas, recipientes.

Introdução

Popularmente conhecida como açaizeiro-solteiro, a espécie *Euterpe precatoria* Mart. encontra-se distribuída ao longo da América Central e ao norte da América do Sul, sendo uma das mais difundidas da Amazônia (Henderson, 1995; Ter Steege et al., 2013). Palmeira de estipe único tem como principal matéria-prima o fruto, o qual é encaminhado às indústrias de processamento para extração da polpa, ou “açaí” (Pinto et al., 2010), bebida utilizada pela indústria alimentícia na produção de bombons, geleias, sorvetes, sucos, bebidas energéticas, licores, etc. (Galota; Boaventura, 2005).

Devido à crescente demanda por seus derivados, tem-se observado nos últimos anos uma expansão do cultivo comercial do açaizeiro, o que fez crescer também a procura por mudas de qualidade. Dentre os fatores que contribuem para a formação de mudas com padrão comercial, Oliveira et al. (2016) destacam o recipiente, por ser a estrutura utilizada para acondicionar os substratos para o cultivo da planta, englobando desde a germinação e o crescimento, até a comercialização da muda. Os recipientes mais utilizados são os sacos plásticos e os tubetes de polietileno, disponíveis no mercado em diversos tamanhos.

Segundo Schorn e Fomento (2003), o tamanho do recipiente é escolhido de acordo com a espécie, o tipo de muda a ser produzida e a finalidade. Dimensões maiores que as indicadas trazem prejuízos desnecessários pois aumentam a área utilizada, os custos para transporte, manutenção e a distribuição das mudas em campo. Contudo, como a disponibilidade de água e nutrientes é diretamente proporcional ao volume de substrato, recipientes menores que os recomendados para a espécie comportam volumes inferiores de substrato, afetando o desenvolvimento da muda, além de exercer influência sobre o sistema radicular.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tamanhos de recipientes sobre o crescimento inicial de mudas de *E. precatória*.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em viveiro, com 50% de sombreamento, localizado no campo experimental da Embrapa Acre, no município de Rio Branco, AC. Efetuou-se a semeadura em sementeira com areia, utilizando-se sementes de *Euterpe precatória* obtidas de plantas da Área de Preservação Permanente da Embrapa Acre, onde ficaram por 1 mês, até as plântulas serem repicadas.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos, quatro repetições e oito plantas por parcela. Os tratamentos foram compostos por diferentes tamanhos de recipientes: saco pequeno (P) de 10 cm x 20 cm = 0,6 L; saco médio (M) de 15 cm x 22 cm = 1,6 L; saco grande (G) de 18 cm x 25 cm = 2,6 L; saco extragrande (EG) de 20 cm x 30 cm = 3,8 L; e tubete (TB) de 0,28 L = 280 cm³.

O substrato utilizado nos sacos de polietileno foi composto de solo da camada superficial (70%), cama de aviário (10%) e casca de castanha (20%), acrescido de 6 kg m⁻³ de adubo de liberação controlada (Basacote Plus 15-08-12 (+2) de 12M) e 2 kg m⁻³ de superfosfato triplo. Para os tubetes foi utilizado o substrato comercial Mecplant, acrescido da mesma dose do adubo de liberação controlada. Durante a condução do experimento foram efetuadas regas diárias, remoções de plantas espontâneas, bem como aplicação de fungicidas para controle de doenças.

Aos 120 dias após a repicagem foi realizada a avaliação de crescimento das mudas para as seguintes variáveis: altura da planta (AP), em cm, medida do colo da planta até a interseção entre o folíolo e a folha mais jovem; diâmetro do colo (DC), em mm, medido a 1 cm acima da superfície do substrato do recipiente, com auxílio de um paquímetro digital; relação altura-diâmetro (RAD), obtida pela divisão entre os valores de AP e DC; e número de folhas (NF), folhas planta⁻¹, pela contagem do número de folhas totalmente expandidas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, em seguida, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software Sisvar, a 5% de significância.

Resultados e discussão

Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para todas as variáveis estudadas (Tabela 1).

Para a variável altura da planta (AP), verificou-se que o tubete (TB) propiciou médias superiores aos demais recipientes (tamanhos P, M, G e EG), que não diferiram entre si (Figura 1A). Resultado

semelhante foi encontrado por Mesquita (2011) que, avaliando a produção de mudras de açaí-solteiro em diferentes tipos e tamanhos de recipientes (tubetes de 180 cm³ e de 280 cm³ e saco plástico de 15 cm x 25 cm), concluiu que os tubetes de 280 cm³ e os sacos plásticos propiciaram maiores médias para altura das plantas aos 120 dias após a repicagem. A altura fornece uma boa estimativa da previsão do crescimento inicial no plantio definitivo, sendo tecnicamente aceita como uma boa medida do potencial de desempenho das mudras (Rossa et al., 2010).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis altura da planta (AP), diâmetro do colo (DC), relação altura-diâmetro (RAD) e número de folhas (NF) de mudras de *Euterpe precatoria* em diferentes tamanhos de recipientes, aos 120 dias após a repicagem.

FV ⁽¹⁾	GL	Quadrado médio			
		AP	DC	RAD	NF
Bloco	3	1,07 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Tratamento	4	13,03 ^{**}	19,44 ^{**}	0,80 ^{**}	2,72 ^{**}
Resíduo	152	1,27	0,37	0,06	0,16
CV (%)	-	11,50	11,23	13,72	13,98
Média geral	-	9,82	5,42	1,84	2,90

⁽¹⁾FV = Fonte de variação. GL = Grau de liberdade. CV = Coeficiente de variação.

^{ns} e ^{**}Não significativo e significativo a 1%, de acordo com o teste F.

Assim como para a altura, o tubete (TB) proporcionou mudras com maior diâmetro do colo (DC), seguido pelo recipiente extragrande (EG). Os recipientes de tamanho P, M e G apresentaram o pior desempenho e não diferiram estatisticamente entre si (Figura 1B). Pereira (2017), em experimento conduzido com *Euterpe oleracea*, concluiu que as mudras podem ser adequadamente produzidas em sacolas de polietileno de 20 cm x 30 cm, além desse tamanho proporcionar os maiores crescimentos em altura e diâmetro do colo. Mudras com maior diâmetro do colo tendem a apresentar melhores condições de sobrevivência e estabelecimento após o transplante no campo (Mota et al., 2012).

Para a relação altura-diâmetro (RAD), observou-se que o tubete (TB) foi responsável pela menor média (1,60) dentre os recipientes testados (Figura 1C), o que é positivo, uma vez que, segundo Aguiar et al. (2011), as mudras com menores valores de RAD apresentam um maior equilíbrio no seu desenvolvimento, sendo mais robustas. Queiroz e Melém Júnior (2001), estudando o efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudras de *E. oleracea*, verificaram que os de tamanho pequeno (12 cm x 17,5 cm) não são apropriados para mudras dessa espécie, tendo os recipientes de tamanho médio (17 cm x 22 cm) e grande (20 cm x 27 cm) proporcionado o melhor desenvolvimento de mudras de açaí-de-touceira.

Para o número de folhas (NF), foi observado comportamento similar ao da variável altura da planta (AP), tendo o tubete (TB) melhor desempenho em relação aos recipientes P, M, G e EG, que não diferiram significativamente entre si (Figura 1D). Nascimento e Gatti (2019), em trabalho com mudras de *E. oleracea*, concluíram que o tubete com volume de 280 cm³ é o mais indicado para essa espécie. De acordo com Lima et al. (2008), mudras com produção foliar adequada no momento de serem levadas para o campo apresentam desenvolvimento inicial mais rápido, em razão da maior produção de fotoassimilados e a consequente alocação para outras partes da planta.

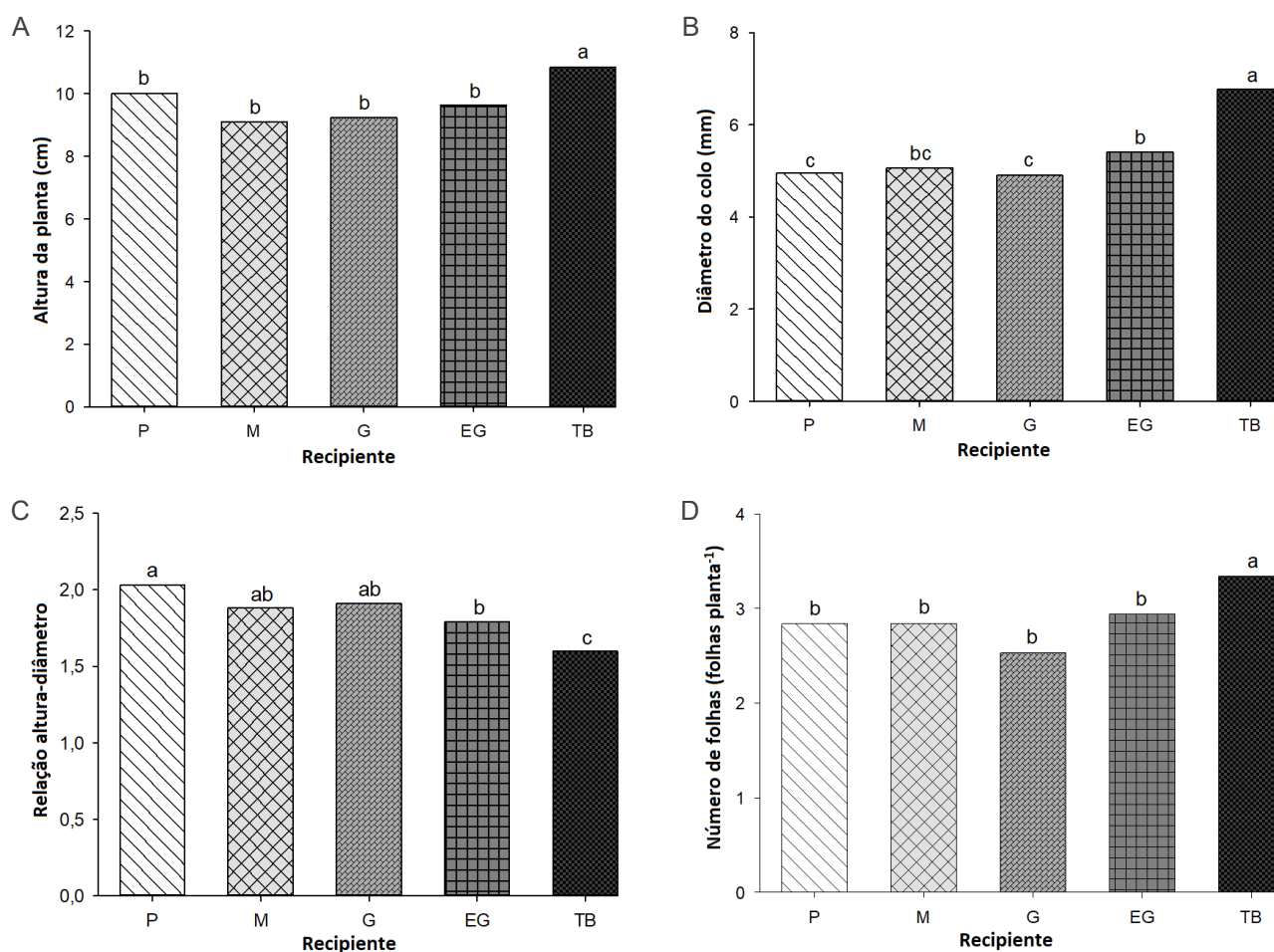


Figura 1. Altura da planta (A), diâmetro do colo (B), relação altura-diâmetro (C) e número de folhas (D) de mudas de *Euterpe precatoria*, aos 120 dias após a repicagem, em função de diferentes tamanhos de recipientes.

P = Pequeno. M = Médio. G = Grande. EG = Extragrande. TB = Tubete.

Conclusões

O crescimento inicial de mudas de *Euterpe precatoria* é influenciado pelo tamanho do recipiente utilizado, aos 120 dias após a repicagem.

Os tubetes de 0,28 L promovem a formação de mudas com melhores características morfológicas.

Agradecimento

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica (Pibic) na Embrapa Acre.

Referências

AGUIAR, F. F.; 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. **Ceres**, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011.

GALOTA, A. L. Q. de A.; BOAVENTURA, M. A. D. Constituintes químicos da raiz e do talo da folha do açaí (*Euterpe precatoria* Mart., Arecaceae). **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 610-613, 2005.

HENDERSON, A. **The Palms of the Amazon**. New York: Oxford University Press, 1995.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudras de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.

MESQUITA, D. N. **Produção de mudras e cultivo de açaizeiros nos estágios iniciais de crescimento na regional do Baixo Acre**. Rio Branco, 2011. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 423-431, 2012.

NASCIMENTO, W. M. O. do; GATTI, L. A. P. Recipientes para produção de mudras de *Euterpe oleracea*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 26., 2019, Juazeiro, Petrolina. **Anais...** Juazeiro: SBF, 2019.

OLIVEIRA, M. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A. de; SANTOS, D. da S.; SOUZA, R. M.; GUIMARAES, T. G.; SILVA JÚNIOR, M. C. da; PEREIRA, D. J. de S.; RIBEIRO, J. F. **Manual de viveiro e produção de mudras: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. 1. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: UnB: Rede de Sementes do Cerrado, 2016. 124 p.

PEREIRA, T. R. dos S. **Desenvolvimento vegetativo de *Euterpe oleracea* cultivada em diferentes tamanhos de recipientes e misturas de substratos**. 2017. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

PINTO, A.; AMARAL, P.; GAIA, C.; OLIVEIRA, W. de. **Boas práticas para manejo florestal e agroindustrial de produtos florestais não madeireiros: açaí, andiroba, babaçu, castanha-do-brasil, copaíba e unha-de-gato**. Belém, PA: Imazon; Manaus: Sebrae-AM, 2010. 180 p.

QUEIROZ, J. A. L. de; MELÉM JÚNIOR, N. J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudras de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 460-462, 2001.

ROSSA, U. B.; TRICHES, G. P.; GROSSI, F.; NOGUEIRA, A. C.; REISSMANN, C. B.; RAMOS, M. R. Germinação de sementes e qualidade de mudras de *Plinia trunciflora* (jabuticabeira) em função de diferentes tratamentos pré-germinativos. **Floresta**, v. 40, n. 2, p. 371-378, 2010.

SCHORN, L. A.; FORMENTO, A. S. **Silvicultura II: produção de mudras florestais**. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau: CCT: Departamento de Engenharia Florestal, jan. 2003.

TER STEEGE, H.; PITMAN, N. C. A.; SABATIER, D.; BARALOTO, C.; SALOMÃO, R. P.; GUEVARA, J. E.; PHILLIPS, O. L.; CASTILHO, C. V.; MAGNUSSON, W. E.; MOLINO, J.-F.; MONTEAGUDO, A.; VARGAS, P. N.; MONTERO, J. C.; FELDPAUSCH, T. R.; CORONADO, E. N. H.; KILLEEN, T. J.; MOSTACEDO, B.; VASQUEZ, R.; ASSIS, R. L.; TERBORGH, J.; WITTMANN, F.; ANDRADE, A.; LAURANCE, W. F.; LAURANCE, S. G. W.; MARIMON, B. S.; MARIMON JUNIOR, B.-H.; VIEIRA, I. C. G.; AMARAL, I. L.; BRIENEN, R.; CASTELLANOS, H.; CÁRDENAS LÓPEZ, D.; DUIVENVOORDEN, J. F.; MOGOLLÓN, H. F.; MATOS, F. D. de A.; DÁVILA, N.; GARCÍA-VILLACORTA, R.; DIAZ, P. R. S.; COSTA, F.; EMILIO, T.; LEVIS, C.; SCHIETTI, J.; SOUZA, P.; ALONSO, A.; DALLMEIER, F.; MONTOYA, A. J. D.; PIEDADE, M. T. F.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; ARROYO, L.; GRIBEL, R.; FINE, P. V. A.; PERES, C. A.; TOLEDO, M.; AYMARD, C. G. A.; BAKER, T. R.; CERÓN, C.; ENGEL, J.; HENKEL, T. W.; MAAS, P.; PETRONELLI, P.; STROPP,

J.; ZARTMAN, C. E.; DALY, D.; NEILL, D.; SILVEIRA, M.; PAREDES, M. R.; CHAVE, J.; LIMA FILHO, D. de A.; JORGENSEN, P. M.; FUENTES, A.; SCHÖNGART, J.; VALVERDE, F. C.; DI FIORE, A.; JIMENEZ, E. M.; PEÑUELA MORA, M. C.; PHILLIPS, J. F.; RIVAS, G.; ANDEL, T. R. van; HILDEBRAND, P. von; HOFFMAN, B.; ZENT, E. L.; MALHI, Y.; PRIETO, A.; RUDAS, A.; RUSCHEL, A. R.; SILVA, N.; VOS, V.; ZENT, S.; OLIVEIRA, A. A.; SCHUTZ, A. C.; GONZALES, T.; NASCIMENTO, M. T.; RAMIREZ-ANGULO, H.; SIERRA, R.; TIRADO, M.; MEDINA, M. N. U.; HEIJDEN, G. van der; VELA, C. I. A.; TORRE, E. V.; VRIESENDORP, C.; WANG, O.; YOUNG, K. R.; BAIDER, C.; BALSLEV, H.; FERREIRA, C.; MESONES, I.; TORRES-LEZAMA, A.; GIRALDO, L. E. U.; ZAGT, R.; ALEXIADES, M. N.; HERNANDEZ, L.; HUAMANTUPA-CHUQUIMACO, I.; MILLIKEN, W.; CUENCA, W. P.; PAULETTO, D.; SANDOVAL, E. V.; GAMARRA, L. V.; DEXTER, K. G.; FEELEY, K.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; SILMAN, M. R. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. **Science**, v. 342, n. 6156, 1243092, Oct. 2013.

Efeitos do Tipo de Substrato e Doses de Adubo de Liberação Lenta na Produção de Mudanças de Açaizeiro-Solteiro

Pedro Henrique da Silva Carvalho¹, Viviane Pereira Chaves², Cleyton Silva de Araújo³, Romeu de Carvalho Andrade Neto⁴, Aurenny Maria Pereira Lunz⁵ e Resller da Silva Nogueira⁶

¹Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Graduanda em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Biólogo, doutorando em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁵Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁶Graduando em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – Um dos requisitos mais importantes para a produção de frutas de qualidade e de pomares longevos é a utilização de mudas com ótimo padrão. O objetivo foi avaliar diferentes tipos de substratos e doses de adubo de liberação lenta na formação de mudas de açaizeiro-solteiro. O estudo foi conduzido no viveiro de mudas da Embrapa Acre, Rio Branco, AC, no delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, com quatro repetições e dez plantas por parcela, onde foram analisadas cinco doses (0 kg m⁻³, 3 kg m⁻³, 6 kg m⁻³, 9 kg m⁻³ e 12 kg m⁻³) de adubo de liberação lenta (Osmocote com 9 meses de liberação) e seis substratos, sendo cinco oriundos da agroindústria de processamento de polpa (à base de caroços de açaí, acerola, cajá, cascas de amêndoa de castanha-do-brasil e de cupuaçu) e um comercial. Aos 8 meses após a repicagem, as seguintes variáveis foram avaliadas: altura da planta, diâmetro do colo, relação altura-diâmetro e número de folhas. O substrato à base de caroço de acerola e o comercial proporcionaram às mudas melhores características morfológicas, enquanto doses entre 7 kg m⁻³ e 9 kg m⁻³ do adubo de liberação lenta propiciaram melhor crescimento às mudas dessa espécie.

Termos para indexação: *Euterpe precatoria*, fertilizante de liberação controlada, resíduos agroindustriais.

Introdução

De acordo com Dantas et al. (2009), a fruticultura representa grande importância social, gerando empregos e melhorando a qualidade de vida das comunidades. O valor bruto da produção de frutas está entre US\$ 5,4 bilhões e US\$ 5,8 bilhões, o que corresponde a 13% do valor da produção agrícola brasileira. A base agrícola da cadeia produtiva das frutas abrange 2,7 milhões de hectares e gera 6,0 milhões de empregos diretos (IBGE, 2015).

Um dos requisitos mais importantes para a produção de frutas de qualidade e de pomares longevos é a utilização de mudas com ótimo padrão, sendo diretamente influenciada pelo substrato que deve conter características físicas, químicas e biológicas que possibilitem um adequado crescimento e vigor das plantas. A destinação final de resíduos orgânicos produzidos pela população urbana e rural é um grave problema que necessita de solução. Uma das alternativas mais atrativas para o aproveitamento de resíduos orgânicos é a sua aplicação no meio agrícola, a exemplo da formulação de substratos para a produção de mudas. Apesar de alguns substratos conterem uma quantidade significativa de nutrientes, muitas vezes não são suficientes para promoverem um adequado crescimento e vigor das mudas.

Segundo Serrano et al. (2006), em substratos comerciais há necessidade de aplicações frequentes de nutrientes devido, principalmente, à lixiviação. A adubação no processo de produção de mudas é realizada de forma líquida por meio de aplicação foliar ou sólida, o que requer inúmeros parcelamentos, resultando no aumento do custo de produção, sobretudo devido à mão de obra. Adicionalmente, muitas vezes essas adubações não resultam na qualidade esperada das mudas. Assim, a utilização de adubos que apresentam liberação lenta e que propiciam uma disponibilidade contínua de nutrientes para as plantas torna-se uma das alternativas para aumentar a eficiência das adubações, resultando, portanto, em mudas de qualidade. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a utilização de tipos de substratos e doses de adubo de liberação lenta na formação de mudas de açaizeiro-solteiro.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas do campo experimental da Embrapa Acre, localizada no km 14, BR-364, sentido Rio Branco/Porto Velho (10°1'30"S, 67°42'18"W com altitude aproximada de 160 m), entre novembro de 2019 e julho de 2020. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 5 x 6, com quatro repetições e dez plantas por parcela. Os tratamentos foram compostos por cinco doses (0 kg m⁻³, 3 kg m⁻³, 6 kg m⁻³, 9 kg m⁻³ e 12 kg m⁻³) do adubo de liberação lenta (ALL) Osmocote (com 9 meses de liberação) e seis substratos, sendo cinco oriundos de resíduos da agroindústria de processamento de polpa (à base de caroços de açaí, acerola, cajá, casca de amêndoa de castanha-do-brasil e de cupuaçu) e um substrato comercial (Vivatto). Os resíduos foram secos ao ar e triturados em um desintegrador com peneira de 10 mm de diâmetro para composição dos substratos.

Foram utilizadas plântulas de *Euterpe precatoria* oriundas de sementes obtidas na área de preservação legal da Embrapa Acre, repicadas para tubetes de 400 cm³ contendo os tratamentos propostos. Durante a condução do experimento foram efetuadas regas diárias, a fim de se manter a capacidade de campo do substrato, bem como a remoção de plantas daninhas, quando necessário, e o controle de doenças.

Aos 8 meses após a repicagem foi realizada avaliação de crescimento das mudas para as seguintes variáveis: altura da planta (AP), em cm, medida do colo da planta até a inserção dos folíolos da folha mais alta, com auxílio de uma régua graduada; diâmetro do colo (DC), em mm, a 1 cm acima do substrato, utilizando-se um paquímetro digital; relação altura-diâmetro, obtida pela divisão dos valores de AP e DC; e número de folhas (NF), folhas planta⁻¹, pela contagem das folhas expandidas e fisiologicamente ativas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Anova), pelo teste F. Posteriormente, as médias dos substratos foram agrupadas por meio do teste de Scott-Knott, enquanto a resposta do adubo de liberação lenta sobre as plantas foi verificada por meio da análise de regressão. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software Sisvar, a 5% de significância.

Resultados e discussão

Houve diferença significativa para todas as variáveis em ambos os fatores estudados, bem como interação entre esses fatores (Tabela 1).

Verificou-se que o substrato comercial (COM) e o oriundo de caroço de acerola (CAC) foram responsáveis pelas maiores médias de altura (AP) e diâmetro do colo (DC) das plantas, enquanto

os substratos à base de casca de cupuaçu (CCU) e caroço de cajá (CAJ) foram os responsáveis pelas menores médias para essas variáveis (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios para altura da planta (AP), diâmetro do colo (DC), relação altura-diâmetro (RAD) e número de folhas (NF) de mudas de açaizeiro-solteiro em função de diferentes tipos de substratos, Rio Branco, Acre, 2020.

Substrato ⁽¹⁾	AP (cm)	DC (mm)	RAD	NF
CAA	12,15 b	9,01 b	1,34 b	4,20 a
CAB	12,13 b	9,15 b	1,33 b	4,05 b
CAC	14,40 a	10,39 a	1,39 b	4,18 a
CAJ	11,66 c	8,30 c	1,39 b	3,96 b
CCU	11,16 c	8,25 c	1,36 b	3,64 c
COM	14,19 a	10,09 a	1,46 a	4,09 b

⁽¹⁾CAA = Caroço de açaí. CAB = Casca de amêndoa de castanha-do-brasil. CAC = Caroço de acerola. CAJ = Caroço de cajá. CCU = Casca de cupuaçu. COM = Substrato comercial.

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Quanto à interação entre os fatores, observou-se comportamento quadrático da resposta dos substratos em relação às doses de adubo de liberação lenta, com exceção do substrato CCU que foi ajustado por meio de regressão linear ascendente (Figuras 1A e 1B). Dentre as máximas estimadas, a dose de 7,18 kg m⁻³ foi responsável pela formação de plantas com 18,14 cm de altura, com a utilização do substrato CAC. Os demais pontos de máxima eficiência variaram entre 14,96 cm com 7,37 kg m⁻³ de ALL, para o substrato CAB, e 16,74 cm com 8,98 kg m⁻³, utilizando-se o COM, que contribuiu ainda para máximo diâmetro do colo (12,11 mm), obtido com a dose máxima estimada de 10,31 kg m⁻³.

Ao avaliar o uso de diferentes doses de adubo de liberação lenta em diferentes ambientes sombreados sobre o crescimento de mudas de açaizeiro-solteiro, Almeida et al. (2018) obtiveram médias de altura e diâmetro superiores com a utilização de doses entre 5 kg m⁻³ e 6 kg m⁻³, enquanto Araújo et al. (2019) obtiveram melhores respostas com doses entre 6 kg m⁻³ e 7 kg m⁻³, em mudas de açaizeiro-de-touceira.

Para a relação altura-diâmetro (RAD), observou-se interação apenas entre os substratos CAA, CCU e COM e as diferentes doses de adubo de liberação lenta (Figura 1C). Os valores médios para as mudas produzidas nos substratos CAA e CCU foram ajustados por meio de equações de segundo grau, nas quais se observou comportamento crescente até o ponto de máxima eficiência de 7,85 kg m⁻³ e 7,07 kg m⁻³, respectivamente. Para o substrato CCU, o efeito das doses de ALL foi ajustado pela equação linear decrescente, o que é positivo, uma vez que os coeficientes mais reduzidos indicam mudas mais vigorosas, porém até certos limites. De acordo com Heberle et al. (2014), deve haver uma harmonia entre o diâmetro e a altura, uma vez que mudas mais altas podem não apresentar boa sustentabilidade caso o diâmetro seja inferior. Segundo Dutra et al. (2015), quanto maior o diâmetro, melhor será o equilíbrio do crescimento, pois proporciona maior capacidade de translocação de nutrientes e água para a parte aérea.

No que diz respeito ao número de folhas (NF), os substratos CAA e CAC proporcionaram médias superiores aos demais (Tabela 1). A interação entre todos os substratos e as doses de ALL foi ajustada por meio de regressões polinomiais de segundo grau, com destaque de maior número de folhas para o substrato CAA, com valor máximo de 5 folhas planta⁻¹ na dose estimada de 7,67 kg m⁻³ (Figura 1D).

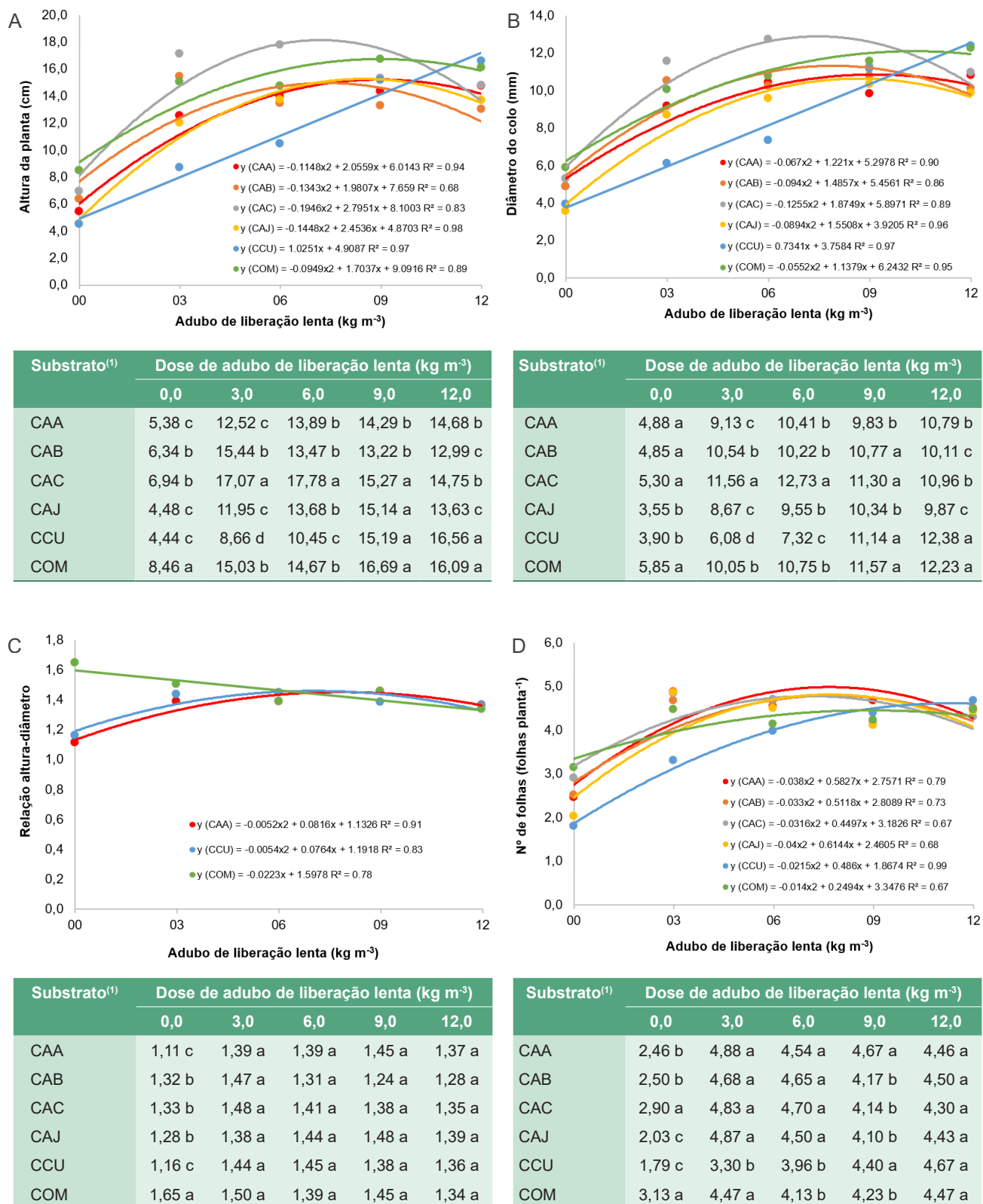


Figura 1. Interação entre substratos e doses de adubo de liberação lenta para as variáveis altura da planta (A), diâmetro do colo (B), relação altura-diâmetro (C) e número de folhas (D) de mudas de açaizeiro-solteiro, Rio Branco, Acre, 2020.

⁽¹⁾CAA = Caroço de açaí. CAB = Casca de amêndoa de castanha-do-brasil. CAC = Caroço de acerola. CAJ = Caroço de cajá. CCU = Casca de cupuaçu. COM = Substrato comercial.

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Diferente dos resultados reportados no presente trabalho, Araújo et al. (2020) obtiveram o menor número foliar com a utilização de substrato à base de caroço de açaí, o qual, inclusive, influenciou negativamente as demais variáveis de crescimento. Os autores, no entanto, concluem em seu estudo que o caroço de acerola se apresenta como ótima alternativa para substratos comerciais e associam seu sucesso ao fato de ser rico em nutrientes, tais como N e K, além de apresentar ótima relação C/N, mesmo sem ser submetido à compostagem, e possuir valores de condutividade elétrica, densidade e capacidade de troca de cátions adequadas para a produção de mudas.

Conclusões

O crescimento de mudas de açaizeiro-solteiro é influenciado por diferentes tipos de substratos e doses de adubo de liberação lenta.

O substrato à base de caroço de acerola e o comercial proporcionam às mudas melhores características morfológicas.

Doses entre 7 kg m⁻³ e 9 kg m⁻³ do adubo de liberação lenta proporcionam melhor crescimento às mudas dessa espécie.

Referências

- ALMEIDA, U. O.; ANDRADE NETO, R. de C.; LUNZ, A. M. P.; NOGUEIRA, S. R.; COSTA, D. A.; ARAUJO, J. M. Environment and slow-release fertilizer in the production of *Euterpe precatoria* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, p. 382-389, 2018.
- ARAÚJO, C. S. de; LUNZ, A. M. P.; SANTOS, V. B. dos; ANDRADE NETO, R. de C.; NOGUEIRA, S. R.; SANTOS, R. S. dos. Use of agro-industry residues as substrate for the production of *Euterpe precatoria* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, e58709, mar. 2020.
- ARAÚJO, J. M. de; ANDRADE NETO, R. de C.; OLIVEIRA, J. R. de; LUNZ, A. M. P.; ALMEIDA, U. O. de. Shading and slow-release fertilizer effects on the growth characteristics of assai seedlings (*Euterpe oleracea*). **FLORAM**, v. 26, p. 1-10, 2019.
- DANTAS, J. L. L.; DANTAS, A. C. V. L.; COELHO, Y. S. Fruticultura brasileira: realidades e perspectivas. In: SANTOS-SEREJO, J. A.; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. S. (Ed.). **Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas**. Brasília, DF: Embrapa, 2009. p. 17-32.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; MATOS, P. S.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. Crescimento inicial e qualidade de mudas de caviúna-do-cerrado e caroba-do-campo em resposta à adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 3, p. 52-61, 2015.
- HEBERLE, K.; JESUS, A. M.; MALAVASI, U. C. Crescimento e desenvolvimento da parte aérea e arquitetura radicular de mudas de *Tabebuia chrysotricha* submetidas à irrigação subsuperficial comparada à aspersão em diferentes regimes hídricos. **Cultivando o Saber**, v. 7, n. 3, p. 310-318, 2014.
- IBGE. **Estatísticas sobre produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.
- SERRANO, L. A. L.; SILVA, C. M. M. da; OGLIARI, J.; CARVALHO, A. J. C. de; MARINHO, C. S.; DETMANN, E. Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 487-491, dez. 2006.

Adubação Nitrogenada e Potássica no Crescimento de Mudanças de Açaizeiro-Solteiro

Viviane Pereira Chaves¹, Pedro Henrique da Silva Carvalho², Cleyton Silva de Araújo³, Romeu de Carvalho Andrade Neto⁴, Aurenny Maria Pereira Lunz⁵ e Jonathan Barbosa de Oliveira⁶

¹Graduanda em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Biólogo, doutorando em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁵Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁶Graduando em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – A produção de mudas é um item primordial para o sucesso de uma cultura em campo, viabilizando uma melhor resposta ao mercado consumidor em crescimento, como o de açaí. O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes doses da adubação nitrogenada e potássica no crescimento de mudas de açaizeiro-solteiro. O experimento foi conduzido no viveiro de mudas da Embrapa Acre, no delineamento experimental em blocos casualizados, no esquema fatorial 5 x 5, com três repetições de sete plantas. Foram testadas cinco doses do adubo granular de sulfato de amônio (0 mg dm⁻³, 24 mg dm⁻³, 48 mg dm⁻³, 72 mg dm⁻³, 96 mg dm⁻³) e cinco doses de cloreto de potássio (0 mg dm⁻³, 120 mg dm⁻³, 240 mg dm⁻³, 360 mg dm⁻³, 480 mg dm⁻³), sendo divididas entre duas parcelas de 37% e 63%. As mudas foram avaliadas aos 62 e 236 dias após a repicagem, quanto à altura, diâmetro de coleto, relação altura-diâmetro e número de folhas. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, procedeu-se à análise de regressão. Observou-se aos 256 dias após a repicagem que doses de potássio variando de 255 mg dm⁻³ a 356,25 mg dm⁻³, bem como doses de nitrogênio entre 43,75 mg dm⁻³ e 60 mg dm⁻³ corresponderam às doses ótimas nas variáveis analisadas.

Termos para indexação: *Euterpe precatoria*, formação de mudas, nutrição mineral.

Introdução

Com ocorrência natural na Amazônia Ocidental (Amazonas, Acre e Rondônia), o açaizeiro-solteiro (*Euterpe precatoria* Mart.) é uma palmeira da família Arecaceae, com estipe alongado, sem espinho. Atinge em média 20 m de altura, podendo chegar a 35 m, e 10 cm a 15 cm de diâmetro, tendo como principal característica a ausência de perfilhos (Silva et al., 2005). A polpa do fruto tem multiplicidade de usos no setor de alimentação (Bezerra et al., 2001), incluindo ainda o palmito, compreendendo também os setores de cosméticos e fármacos. Associado à alimentação natural e nutritiva apresenta grande fonte de energia (Yuyama et al., 2011), bioativos (Canuto et al., 2010), antocianinas (Bobbio et al., 2000) entre outros benefícios relacionados à saúde (Lunz, 2018).

Entre os frutos mais produzidos na região Norte, o açaí está ganhando cada vez mais espaço no cenário nacional e internacional, fator socioeconômico de grande importância para a região Amazônica. Em 2017 o fruto ocupou o 3º lugar em produção no Brasil (Conab, 2019), e a tendência é que esse mercado se amplie cada vez mais (Vieira et al., 2018). Em 2017 o Acre produziu 4.665 toneladas de açaí originárias da extração vegetal, sendo colhidas em áreas plantadas 401 toneladas (IBGE, 2017).

A implantação de padrões de manejo, com informações sobre fontes e doses específicas dos principais nutrientes em todas as fases, principalmente na formação de mudas de açaí, é essencial para o pleno desenvolvimento vegetativo da cultura, atualmente um dos desafios para implantação de cultivos comerciais no estado do Acre. Os poucos plantios no estado atuam de forma empírica, gerando gastos desnecessários que poderiam ser evitados com uma recomendação técnica (Butzke, 2019). Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adubação nitrogenada e potássica no crescimento de mudas de açaizeiro-solteiro.

Material e métodos

O experimento foi instalado em viveiro telado, apresentando 50% de luminosidade, localizado na Embrapa Acre, km 14 da Rodovia BR-364, em Rio Branco, no estado do Acre, no período de agosto de 2019 a julho de 2020. A altitude aproximada do local é de 160 m, com latitude de 10°1'30" S e longitude de 67°42'18" W. O clima da região é do tipo Am, quente e úmido, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, com temperatura média anual de 26,2 °C, umidade relativa do ar em 80% e precipitação pluviométrica média anual de 1.935 mm.

As sementes obtidas de plantas da Área de Preservação Permanente da Embrapa Acre foram semeadas em sementeira com areia e aos 60 dias após a emergência, quando se apresentavam no estágio "palito", foram repicadas para sacos plásticos de polietileno, medindo 18 cm x 13 cm. O substrato utilizado foi obtido da camada superficial do solo (0 cm–20 cm) de um Argissolo Vermelho-Amarelo, submetido à análise química no Laboratório de Solos da Embrapa Acre. As características físico-químicas do solo utilizado como substrato foram: Ca^{++} 4,95 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Mg^{++} 1,09 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, K^+ 0,002 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Al^+H 0,45 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, CTC (pH_7) 6,85 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, SB 6,4 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, P 10,6 mg dm^{-3} , pH 7,25 H_2O , V 93,25%, MO 14,51 g kg^{-1} , areia grossa 175,38 g kg^{-1} , areia fina 491,50 g kg^{-1} , argila 206,85 g kg^{-1} e silte 126,20 g kg^{-1} . Foi realizada uma adubação com superfosfato simples e não houve necessidade da correção de V (%) > 60%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos (DBC), em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições e sete plantas por parcela. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de potássio (0 mg, 120 mg, 240 mg, 360 mg, 480 mg de K por dm^{-3} de solo), na forma de cloreto de potássio, e cinco doses de nitrogênio (0 mg, 24 mg, 48 mg, 72 mg, 96 mg de N por dm^{-3} de solo), na forma de sulfato de amônia. As doses de adubos na forma granulada foram pesadas em balança analítica e, aos 64 dias e 186 dias após a repicagem do açaizeiro, foram aplicados 37% e 63% da dose total. As mudas foram irrigadas por sistema de aspersão duas vezes ao dia (manhã e tarde), aplicando volume para manter a umidade do substrato próxima à capacidade de campo. Foram realizadas capinas manuais, quando necessárias.

As avaliações não destrutivas ocorreram aos 62 e 236 dias após a repicagem (DAR), sendo avaliados: altura da muda (AM), com auxílio de régua graduada em centímetro, medida a partir da base das mudas, rente ao solo, até a emissão do folíolo da folha mais jovem; diâmetro do coleto (DC), medido a 1 cm do nível do solo do recipiente com auxílio de paquímetro digital; relação altura-diâmetro (RAD) determinada pela razão entre os valores obtidos para as variáveis AM e DC; e número de folhas (NF) determinado pela contagem manual de todas as folhas abertas, fisiologicamente ativas.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância, pelo teste F, ao nível de 5% de significância. Para as variáveis com efeito significativo foi realizada a análise de regressão, também a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sisvar.

Resultados e discussão

De acordo com a análise de variância, não foi observada diferença significativa para as variáveis de crescimento de mudas de açaizeiro-solteiro aos 60 dias após a repicagem (DAR). Entretanto, aos 236 DAR observou-se influência das doses de nitrogênio para as variáveis altura da muda, diâmetro do colo e relação altura-diâmetro, assim como das doses de potássio para a altura da muda e o número de folhas. Não se constatou, no entanto, interação entre os fatores testados (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis altura da muda (AM), diâmetro do colo (DC), relação altura-diâmetro (RAD) e número de folhas (NF) de mudas de açaizeiro-solteiro em função de diferentes doses de nitrogênio e potássio aos 60 e 236 dias após a repicagem, Rio Branco, Acre, 2020.

FV ⁽¹⁾	GL	Quadrado médio							
		AM		DC		RAD		NF	
		60 DAR	236 DAR	60 DAR	236 DAR	60 DAR	236 DAR	60 DAR	236 DAR
Bloco	2	6,15**	30,18*	13,59**	223,55**	1,50**	6,01**	11,61**	7,48**
N	4	0,60 ^{ns}	34,75**	0,19 ^{ns}	17,55**	0,03 ^{ns}	0,23*	0,66 ^{ns}	0,51 ^{ns}
K	4	0,41 ^{ns}	20,52*	0,27 ^{ns}	4,92 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,50*
N*K	16	0,72 ^{ns}	10,51 ^{ns}	0,39 ^{ns}	2,70 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,51 ^{ns}
Erro	498	0,57	7,13	0,29	3,01	0,05	0,12	0,19	0,59
CV (%)	-	13,41	19,12	13,61	21,37	15,3	20,16	30,93	18,23
Média	-	5,65	13,96	3,99	8,12	1,43	1,77	1,4	4,21

⁽¹⁾FV = Fator de variação. GL = Grau de liberdade. DAR = Dias após a repicagem. CV = Coeficiente de variação.

** e *Significativo a 1% e 5%, respectivamente. ^{ns}Não significativo, de acordo com o teste F.

Para a variável altura da muda houve ajuste quadrático às doses de nitrogênio, em que a dose 255 mg dm⁻³ apresentou uma altura de 14,45 cm, considerada ótima para a variável neste experimento (Figura 1A). A maior altura obtida ao avaliar a adubação potássica foi de 14,36 cm na dose de 60 mg dm⁻³ de K, assim, apresentando comportamento quadrático das doses (Figura 1B). Ao analisar o diâmetro do colo em relação à adubação com N, verificou-se efeito quadrático sendo a dose máxima de 356,25 mg dm⁻³ que levou a muda a atingir diâmetro de 8,50 mm (Figura 1C). Com relação ao número de folhas, houve ajuste quadrático das doses de K, cuja dose 43,75 mg dm⁻³ levou as mudas a apresentarem 4,32 folhas por planta (Figura 1D).

A resposta quadrática das doses de adubo para as variáveis analisadas demonstra que o aumento dessas doses apresenta resultados inferiores àqueles obtidos nos tratamentos sem adubação, ressaltando a grande importância de se estabelecer doses adequadas evitando perdas de desempenho para a cultura e econômicas.

Butzke (2019), avaliando mudas de açaizeiro-solteiro sob diferentes doses de nitrogênio e potássio, obteve aos 300 dias após a repicagem mudas com 40,24 cm de altura com aplicação de 60 mg kg⁻¹ de nitrogênio, resultado superior ao obtido no presente trabalho. O parcelamento das adubações em 37% e 63% bem como sua época de aplicação podem ter influenciado para o menor desempenho em geral da cultura que ao final dos 236 dias não obteve altura da planta superior ou igual a 40 cm, como esperado.

Para a relação altura da muda e diâmetro de coleto (RAD) que representa o equilíbrio de crescimento, houve comportamento linear regressivo (Figura 1E). De acordo com Aguiar et al. (2011), mudas que apresentam maior equilíbrio no seu desenvolvimento, sendo mais robustas, em geral possuem menores valores de RAD.

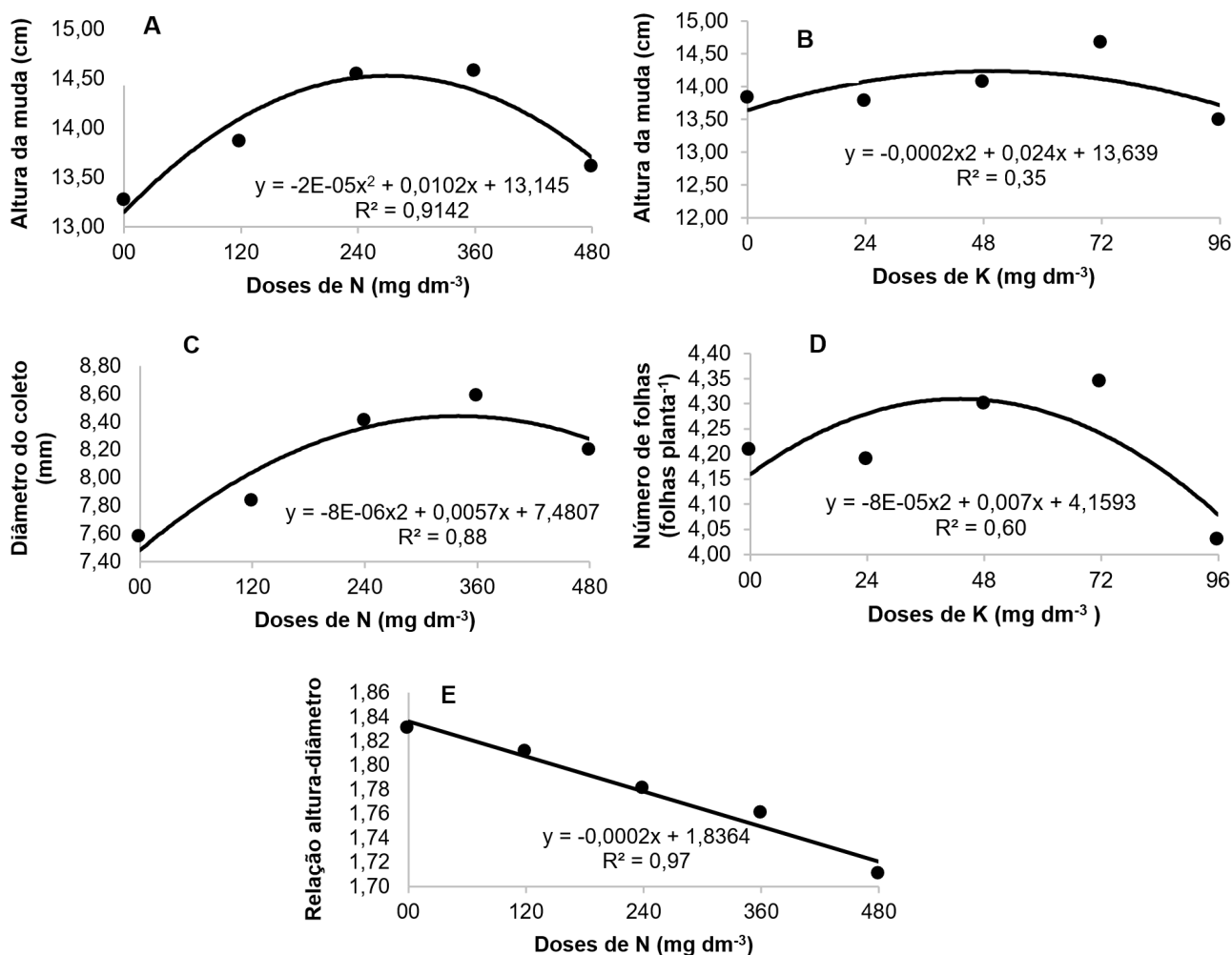


Figura 1. Altura de mudas de açazeiro-solteiro submetidas à adubação nitrogenada, aos 236 dias após a repicagem (A), altura de mudas de açazeiro-solteiro submetidas à adubação potássica, aos 236 dias após a repicagem (B), diâmetro do coleto de mudas de açazeiro-solteiro submetidas à adubação nitrogenada aos 236 dias após a repicagem (C), número de folhas de mudas de açazeiro-solteiro submetidas à adubação potássica, aos 236 dias após a repicagem (D), relação altura-diâmetro de mudas de açazeiro-solteiro submetidas à adubação nitrogenada, aos 236 dias após a repicagem (E), Rio Branco, Acre, 2020.

Conclusões

As doses de N e K influenciam as características biométricas das plantas.

O parcelamento das adubações em 37% e 63% bem como sua época de aplicação aos 62 e 186 dias após a repicagem demonstram um menor desempenho da cultura em números gerais.

Doses de N variando entre 255 mg dm^{-3} e $356,25 \text{ mg dm}^{-3}$ se mostram promissoras para o desempenho da cultura em altura (14,45 cm) e diâmetro de coleto (8,50 mm) aos 236 dias após a repicagem.

Doses de K entre 43,75 mg dm⁻³ e 60 mg dm⁻³ obtiveram um melhor desempenho para o número de folhas (4,32 folhas/planta) e altura da planta (14,36 cm) aos 236 dias após a repicagem.

Agradecimento

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica (Pibic).

Referências

- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R. do; 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, 2011.
- BEZERRA, V. S.; LOBATO, M. S. A.; NERY, M. V. S. **O açaí como alimento e sua importância socioeconômica no Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2001. 16 p. (Embrapa Amapá. Documentos, 32).
- BOBBIO, F. O.; DRUZIAN, J. I.; ABRÃO, P. A.; BOBBIO, P. A.; FADELLI, S. Identificação e quantificação das antocianinas do fruto do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Science and Technology**, v. 20, n. 3, p. 388-390, 2000.
- BUTZKE, A. G. **Produção de mudas de açaizeiro solteiro (*Euterpe precatoria* Mart.) sob diferentes doses de nitrogênio e potássio**. 2019. 74 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.
- CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. D. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade antiradical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.
- CONAB. **Açaí: análise mensal – maio/2019**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai>. Acesso em: 30 jul. 2020.
- IBGE. **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 30 jul. 2020.
- LUNZ, A. M. P. Açaí solteiro, uma palmeira amazônica com grande potencial. **Jornal Dia de Campo**. 2018. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=28185&secao=Artigos>. Acesso em: 30 jul. 2020.
- SILVA, S. E. L. da; SOUZA, A. das G. C. de; BERNI, R. F. **O cultivo do açaizeiro**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 4 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 29).
- VIEIRA, A. H.; RAMALHO, A. R.; ROSA NETO, C.; CARARO, D. C.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; WADT, P. G. S.; SOUZA, V. F. de (Ed.). **Cultivo do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Martius) no noroeste do Brasil**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2018. 89 p. (Embrapa Rondônia. Sistemas de produção, 36).
- YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; SILVA FILHO, D. F. S.; YUYAMA, K.; VAREJÃO, M. de J.; FÁVARO, D. I. T.; VASCONCELOS, M. B. A.; PIMENTEL, S. A.; CARUSO, M. S. F. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 4, p. 545-552, 2011.

Adição de Polpa de Buriti in natura em Farinha de Mandioca Artesanal e sua Influência nos Parâmetros Físico-Químicos

Moani Lopes Mendes¹, Joana Maria Leite de Souza², Marcus Arthur Marçal Vasconcelos³, Matheus Matos Nascimento⁴, Antônio Clebson Cameli Santiago⁵ e Daniel Moreira Lambertucci⁶

¹Graduanda em Nutrição pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Engenheiro-agrônomo, mestrando no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁵Técnico agrícola, Secretaria de Estado de Produção e Agronegócio, Cruzeiro do Sul, AC.

⁶Zootecnista, mestre em Zootecnia, analista da Embrapa Acre, Setor de Gestão de Transferência de Tecnologias no Juruá, Cruzeiro do Sul, AC.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi caracterizar a farinha adicionada de polpa de buriti in natura como forma de oferecer uma alternativa de enriquecimento nutricional a esse produto. Foram produzidas em Cruzeiro do Sul, Acre, farinhas com diferentes percentuais de polpa de buriti in natura: T (0%), T1 (3,32%), T2 (4,98%), T3 (6,24%) e T4 (8,30%), adicionados à massa de mandioca descascada e triturada. As farinhas foram analisadas quanto à composição centesimal aproximada, acidez, pH, atividade de água e atributos de cor (L^* , a^* , b^*). A concentração de polpa de buriti in natura não foi significativa para os valores de atividade de água, acidez, pH, mas sim para as características de cor. A farinha produzida com a maior concentração de polpa de buriti apresentou maiores valores de b^* , que varia do verde (-) ao vermelho (+), conferindo uma intensificação da cor amarela em relação as demais. Essa característica pode influenciar positivamente a preferência dos consumidores. Em termos de umidade, fibra bruta e valor energético, a adição de polpa de buriti não teve significância. Já o contrário ocorreu para cinza, proteína, lipídeos e carboidratos. As pesquisas deverão ser continuadas, uma vez que não foi possível obter resultados conclusivos.

Termos para indexação: indicação geográfica, *Mauritia flexuosa* Mart., valor nutricional.

Introdução

A farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul, produto da agricultura familiar do estado do Acre, hoje se destaca por ultrapassar os limites regionais e passa a ter notoriedade e ampla aceitação pelo consumidor em diversas capitais, como Brasília, São Paulo e Rio de Janeiro. A natureza da farinha de mandioca traz, em sua composição química, proteínas, lipídeos e minerais oriundos das raízes (Souza et al., 2015). Mais do que importância social, a farinha passou a ter importância econômica para os municípios produtores da Regional do Juruá e para o estado (Chisté et al., 2007). Todavia, é um produto que apresenta redução de consumo por não se adequar ao estilo de vida moderno. Para inverter essa tendência, novos produtos poderão ser desenvolvidos e direcionados a mercados valorizados (Silva et al., 2013). O enriquecimento de produtos com matéria-prima local é uma prática adequada para aumentar o poder nutricional dos alimentos como no caso da farinha de mandioca (Metri et al., 2003).

O buriti é uma fruta importante, pois é totalmente aproveitável, desde as folhas (ou palhas) até a raiz. Das folhas podem-se fabricar artigos de artesanato como cestos e bolsas e, da polpa dos frutos, doces, sucos e óleo (Pio, 2010; Sampaio, 2011). A matéria corante do buriti é quase totalmente

composta de carotenoides, como o β -caroteno, uma importante fonte de provitamina A, revelando-se como interessante potencial antioxidante, sendo o fruto considerado a principal fonte dessa vitamina (Manhães; Sabaa-Srur, 2011).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a farinha adicionada de polpa de buriti in natura como forma de oferecer uma alternativa de enriquecimento nutricional a esse produto.

Material e métodos

O experimento foi realizado no mês de fevereiro de 2020, em uma unidade de produção tradicional familiar de farinha de mandioca no município de Cruzeiro do Sul, AC. A farinha de mandioca foi produzida seguindo as etapas definidas pelo produtor parceiro da Embrapa nesse experimento. A polpa de buriti in natura foi obtida da forma tradicional, tendo-se o cuidado de adicionar a menor quantidade de água possível durante o processamento (Figura 1A). A adição foi realizada na etapa de primeira trituração das raízes (Figura 1B) com base no trabalho de Souza et al. (2018b) que incluíram 1,66% de polpa de buriti liofilizada em relação ao peso de massa de mandioca triturada. No presente estudo, foram produzidas farinhas de mandioca com diferentes níveis de adição de polpa de buriti: T (0%), T1 (3,32%), T2 (4,98%), T3 (6,24%) e T4 (8,30%). As amostras foram transportadas para a Embrapa Acre, em Rio Branco, Acre, e analisadas antes do armazenamento quanto às características físico-químicas: acidez total titulável conforme AOAC (2012); pH por leitura em potenciômetro digital de bancada Luca 210; atividade de água (A_w), por leitura direta em medidor de atividade de água portátil Aqualab 4TE; cor instrumental utilizando-se o colorímetro Konica Minolta CR-5, operado no modo reflectância e em escala de cor CIE lab, sendo obtidos os parâmetros L^* , a^* e b^* . A composição centesimal aproximada foi obtida pelas análises de umidade, em estufa com circulação de ar a 105 °C/8 horas (AOAC, 2012); cinzas, por incineração em mufla a 540 °C (AOAC, 2012); extrato etéreo, pelo método de Soxhlet em extrator de óleos e graxas (AOAC, 2012); proteína total, pelo método de micro-Kjeldahl com destilador de nitrogênio utilizando-se o fator de conversão 6,25 (AOAC, 2012); fibra bruta total, por digestão em determinador de fibras em H_2SO_4 1,25% p/v e NaOH 1,25% p/v (AOAC, 2012); e carboidratos, por diferença.

Fotos: Joana Maria Leite de Souza



Figura 1. Polpa de buriti utilizada durante a fabricação de farinha de mandioca com diferentes níveis de adição (A) e adição de polpa de buriti na etapa de trituração (B).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (concentrações de buriti) e três repetições. As repetições foram obtidas coletando-se três amostras de aproximadamente 500 g de farinha em sacos plásticos transparentes, protegidas da luz até o momento das análises. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias do fator quantitativo comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional AgroEstat Online (Maldonado, 2020).

Resultados e discussão

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a atividade de água, acidez e pH, havendo interferência dos níveis de buriti utilizados para as características de cor das farinhas (Tabela 1). O valor médio de atividade de água permaneceu abaixo de 0,60 para as farinhas adicionadas de polpa de buriti in natura. Esses valores foram considerados aceitáveis, quando comparados a 0,30 relatado por Souza et al. (2018), que adicionaram polpa de buriti liofilizada. O valor de atividade de água de 0,60 é considerado como o limite máximo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismos (Chisté et al., 2007).

Tabela 1. Características físico-químicas das farinhas de mandioca fabricadas com diferentes níveis de adição de polpa de buriti.

Percentual de polpa de buriti	Atividade de água ^{ns}	Acidez (%) ^{ns}	pH ^{ns}	Componente de cor		
				L*	a*	b*
0%	0,62 a	3,43 a	4,15 a	89,12 a	0,72 d	9,56 c
3,32%	0,49 a	4,41 a	4,47 a	88,32 ab	1,57 c	13,00 b
4,98%	0,49 a	4,18 a	4,45 a	87,54 abc	1,91 bc	13,60 b
6,24%	0,39 a	4,11 a	4,48 a	86,42 bc	2,23 b	14,03 ab
8,30%	0,53 a	4,48 a	4,42 a	85,45 c	3,60 a	15,18 a
Média	0,50	4,12	4,41	87,37	2,00	13,32
CV (%) ⁽¹⁾	12,1	4,63	19,02	2,62	19,06	1,14
Desvio-padrão	1,32	0,04	5,45	8,96	0,07	0,02

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação.

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

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

Os dados de atividade de água foram transformados em raiz cúbica.

Os valores médios de pH e acidez apresentados ficaram acima dos relatados por Souza et al. (2018) em farinha com adição de 1,66% de polpa de buriti liofilizada. Para acidez, o valor médio foi superior ao estabelecido na legislação, que atualmente está fixado no limite máximo de 3,00 meqNaOH.N.100 g⁻¹ (farinhas do grupo seca) para a classificação em farinha de acidez baixa ou alta (Brasil, 2011). A acidez da farinha de mandioca está relacionada com o processo de fabricação, sendo indicativa do tempo de fermentação da massa de mandioca triturada ou de um atraso na etapa de prensagem (Chisté et al., 2007, 2011), ou ainda significar falta de higiene no processo e também ser uma característica de métodos artesanais. Nesse caso, pode-se inferir que as pequenas quantidades de farinha produzidas para esse experimento, aliadas ao mesmo tempo de prensagem adotado tradicionalmente, contribuíram para que esses valores ficassem alterados. Para esse experimento foram produzidos lotes utilizando-se, em média, 12 kg de massa prensada.

Os componentes de cor L^* , a^* e b^* mostraram variação significativa entre as amostras nas farinhas com diferentes níveis de adição de polpa de buriti in natura. O componente L^* (luminosidade ou brilho) variou de 89,12 (farinha sem adição) a 85,45 (com 8,30% de buriti), conforme Tabela 1, fazendo com que a adição de maior concentração de buriti tornasse a farinha mais escura. As farinhas analisadas apresentaram valores para os parâmetros L^* , a^* e b^* muito inferiores aos obtidos por Souza et al. (2018a, 2018b) que trabalharam com polpa de buriti liofilizada. Neste trabalho foi utilizada polpa de buriti in natura, o que pode ser o motivo das diferenças observadas.

O tratamento com maior concentração de polpa de buriti (8,30%) apresentou maior valor para coordenada de cor a^* , que varia do verde (-) ao vermelho (+) (Tabela 1), indicando que esse tratamento teve uma intensificação da cor amarela em relação aos demais. A polpa de buriti possui quantidades consideráveis de carotenoides, confirmando o potencial antioxidante desse fruto (Manhães; Sabaa-Srur, 2011). Pode-se inferir que o maior valor médio de b^* nas farinhas com maior nível de adição de polpa de buriti em relação à farinha tradicional deve-se a esses pigmentos. Entre os consumidores, a cor amarela constitui aspecto desejável para a farinha de mandioca seca (Souza et al., 2018b).

Na Tabela 2 consta a composição centesimal aproximada das farinhas produzidas com diferentes níveis de adição de polpa de buriti in natura. Houve diferença significativa entre os tratamentos com diferentes níveis de adição de polpa de buriti para os teores de cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos totais. A maior concentração de buriti adicionada proporcionou maiores teores de cinzas, lipídeos e fibras, contribuindo para o aumento desse nutriente na farinha de mandioca. O enriquecimento da farinha com matéria-prima local é uma prática adequada para aumentar o poder nutricional dos alimentos, como no caso da farinha de mandioca, que é um produto essencialmente energético (Martins et al., 2010; Souza et al., 2018b).

Quando desidratada a polpa de buriti apresenta-se como uma rica fonte de lipídeos (Carneiro; Carneiro, 2011), além de possuir maior teor de cinzas em relação à polpa in natura pela concentração dos nutrientes. Também tem elevadas quantidades de fibra insolúvel (Lage, 2014), contribuindo para o aumento desse nutriente na farinha de mandioca.

Tabela 2. Valores médios da composição centesimal de farinhas adicionadas de diferentes percentuais de polpa de buriti in natura.

Percentual de polpa de buriti	Umidade	Cinza	Proteína	Lípídeo	Fibra bruta	Chos ⁽¹⁾	Valor energético ⁽²⁾
0%	4,51 a	0,69 b	0,49 b	0,30 c	1,37 a	92,65 b	369,74 b
3,32%	1,45 b	0,65 b	0,49 b	0,47 c	1,42 a	95,49 a	382,59 a
4,98%	3,04 ab	0,69 ab	0,63 a	0,83 bc	1,33 a	93,45 ab	378,49 a
6,24%	2,27 ab	0,67 ab	0,61 a	1,17 b	1,38 a	93,88 ab	382,99 a
8,30 %	2,70 ab	0,72 a	0,50 b	1,95 a	1,51 a	92,60 b	383,93 a
Média	2,79	0,68	0,56	1,10	1,41	93,85	382,00
Desvio-padrão	0,09	0,00	0,05	0,23	0,15	8,74	0,00
CV (%) ⁽³⁾	23,62	0,00	9,75	15,67	5,27	2,98	0,13

⁽¹⁾Chos = Carboidratos totais obtidos por diferença. ⁽²⁾kcal.100 g⁻¹. ⁽³⁾CV = Coeficiente de variação.

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

Os dados de umidade e fibra bruta foram transformados para log X.

Conclusões

A adição de polpa de buriti in natura contribui para o enriquecimento de farinha de mandioca artesanal, principalmente, com relação ao teor lipídico e coloração. No entanto, a pesquisa deverá ser continuada para verificar a real potencialidade.

Agradecimento

Os autores agradecem ao produtor Antônio Clebson Cameli Santiago pela acolhida na unidade de produção de farinha; o 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 coleta e análise das amostras.

Referências

- AOAC. **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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 214, Seção 1, p. 18-20, 8 nov. 2011.
- CARNEIRO, T. B.; CARNEIRO, J. G. M. Frutos e polpa desidratada buriti (*Mauritia flexuosa* L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 105-111, 2011.
- 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, 2007.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. Influência da fermentação na qualidade da farinha de mandioca do grupo d'água. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, p. 279-284, 2011.
- LAGE, N. N. **Avaliação do potencial antioxidante da farinha de buriti (*Mauritia flexuosa*) in vitro e em ratos diabéticos**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado Saúde e Nutrição: Bioquímica e Fisiologia da Nutrição.) – Escola de Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- MALDONADO JR., W. **AgroEstat Online**. Disponível em: <http://www.agroestat.com.br>. Acesso em: 4 set. 2020.
- MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, Dec. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612011000400005&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 1 nov. 2020.
- MARTINS, P. E. S.; PUPO, M. M. S.; SANTOS, E. J.; SANTOS, N. L.; SILVA, E. R. Projeto de viabilidade para implantação de agroindústria de beneficiamento de mandioca para produção de farinha enriquecida com resíduo de polpa de fruta. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 10, p. 1-19, 2010.
- METRI, A. C.; BION, F. M.; OLIVEIRA, S. R. P.; LOPES, S. M. L. Farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*), em associação ao feijão e arroz, na dieta de ratos em crescimento. **Revista Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 73-81, 2003.

PIO, B. L. A. **Comparação da distribuição geográfica potencial do buriti, *Mautia flexuosa* L. (Araceae) gerada por diferentes modelos preditivos**. 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/6164>. Acesso em: 15 ago. 2020.

SAMPAIO, M. B. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do buriti**. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2011. Disponível em: <https://ispn.org.br/buriti-boas-praticas-de-manejo-para-o-extrativismo-sustentavel/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

SILVA, E. C.; SANTOS SOBRINHO, V.; CEREDA, M. P. Stability of cassava flour-based food bars. **Brazilian Journal of Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120612013000100028&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 15 jan. 2021.

SOUZA, J. M. L. de; CARTAXO, C. B. da C.; NÓBREGA, M. de S.; ALVES, P. A. de O.; SILVA, F. de A. C.; NOBRE, I. Potencial da IG da farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul. **Cadernos de Prospecção**, v. 8, n. 1, p. 182-191, 2015. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Prospecção Tecnológica e II Workshop de Propriedade Intelectual. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1013670/1/25460.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.

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, 2018a.

SOUZA, J. M. L. de; ÁLVARES, V. de S.; MACIEL, N. B. A.; NÓBREGA, M. S.; ARAÚJO, A. P. de S.; MADRUGA, A. L. S. Efeito da adição de polpa de buriti sobre parâmetros físico-químicos da farinha de mandioca artesanal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 17.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO E CARIBENHO DE MANDIOCA, 2., 2018, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: SBM, 2018b.

Características Físico-Químicas e Microbiológicas de Farinha Adicionada de Polpa de Buriti in natura

Aline Lima de Melo¹, Joana Maria Leite de Souza², Cleísa Brasil da Cunha Cartaxo³, Virgínia de Souza Álvares⁴, Moani Lopes Mendes⁵ e Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos⁶

¹Graduanda em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Engenheira-agrônoma, mestre em Horticultura, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁵Graduanda em Nutrição pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁶Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – Foram produzidas farinhas de mandioca com diferentes concentrações de polpa de buriti, constituindo os tratamentos T (0%), T1 (3,32%), T2 (4,98%), T3 (6,24%) e T4 (8,30%), que foram analisadas quanto às características físico-químicas e microbiológicas, relacionadas às condições de higiene durante o processamento. As farinhas produzidas foram consideradas em desacordo com a legislação para pH e acidez, presumindo-se que esses resultados se devem às pequenas quantidades fabricadas para o experimento. No que diz respeito às características microbiológicas quanto a mesófilas não houve contaminação e, para coliformes termotolerantes, as contaminações encontradas estavam dentro do limite estabelecido pela legislação. Quanto a mofos e leveduras, os resultados indicaram que houve falha durante o processamento, demonstrando a necessidade de intensificar os treinamentos quanto à adoção das boas práticas de fabricação.

Termos para indexação: contaminação, farinhas, indicação geográfica, microrganismos indicadores, qualidade.

Introdução

A farinha é um alimento muito consumido na região Norte do Brasil e, no estado do Acre, é o produto mais importante da agricultura familiar, além de ser a primeira farinha de mandioca a receber um selo de indicação geográfica no País (Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2020) na modalidade indicação de procedência. Por sua notoriedade despertou a atenção de pesquisadores e já foi objeto de diversos estudos, frente à sua qualidade e fama (Souza et al., 2008, 2015, 2018a, 2018b). A produção de farinha passou a ter importância econômica para os municípios produtores da Regional do Juruá e para o estado (Chisté; Cohen, 2011).

Contudo, a farinha de mandioca, em geral, é um produto que apresenta redução de consumo por não se adequar ao estilo de vida moderno. A matéria corante do buriti é quase totalmente composta de carotenoides, como o β -caroteno, que é nutricionalmente importante como provitamina A, revelando-se como interessante potencial antioxidante, sendo considerado a principal fonte dessa vitamina (Manhães; Sabaa-Srur, 2011).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), mais de 60% dos casos de doenças transmitidas por alimentos (DTA) se devem às inadequadas condições higiênico-sanitárias de manipuladores, processamento e da infraestrutura física das unidades fabris (Organização Mundial da Saúde, 2020),

demonstrando a necessidade de se garantir o atendimento às normas de higiene das instalações e durante toda a fabricação.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a microbiota predominante em farinha de mandioca enriquecida com polpa de buriti in natura, bem como sua composição físico-química, como indicativo da qualidade higiênico-sanitária e nutricional do produto.

Material e métodos

O experimento foi realizado no mês de fevereiro de 2020, em uma unidade de produção tradicional familiar de farinha de mandioca no município de Cruzeiro do Sul, Acre. A farinha de mandioca foi produzida utilizando-se raízes da variedade Branquinha, seguindo as etapas definidas pelo produtor, parceiro da Embrapa nesse experimento. As raízes foram trituradas em caititu tradicional e prensadas por, aproximadamente, 10 horas, tempo tradicionalmente adotado no processo artesanal de farinha de mandioca. A polpa de buriti in natura foi obtida da forma tradicional, tendo-se o cuidado de se adicionar a menor quantidade de água possível durante o processamento (Figura 1A). A adição foi realizada na etapa de primeira trituração das raízes (Figura 1B), com base no trabalho de Souza et al. (2018b), que acrescentaram 1,66% de polpa de buriti liofilizada em relação ao peso de massa de mandioca triturada. No presente estudo, foram produzidas farinhas de mandioca com diferentes níveis de adição: T (0%), T1 (3,32%), T2 (4,98%), T3 (6,24%) e T4 (8,30%). O acondicionamento das amostras foi realizado em embalagens de polipropileno aluminizadas com zíper, a vácuo, com capacidade de 250 g. As amostras destinadas às análises microbiológicas foram retiradas cuidadosamente para evitar contaminações cruzadas. 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 PCA (Plate Count Agar). A técnica de tubos múltiplos foi utilizada para análise de coliformes termotolerantes, contendo dez tubos de caldo lauril sulfato triptose (LST) em dupla concentração com tubos de Durham invertidos para cada amostra, obtendo os resultados em NMP/100 mL, sendo considerado um teste presuntivo (American Public Health Association, 2012). 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). As amostras foram mantidas em temperatura ambiente média de 26 °C até o momento das análises, sendo avaliadas quanto às características físico-químicas de acidez total titulável, conforme AOAC (2012); pH por leitura em potenciômetro digital de bancada Luca 210; atividade de água (Aw) por leitura direta em medidor de atividade de água portátil Aqualab 4TE; umidade, em estufa com circulação de ar a 105 °C/8 horas (AOAC, 2012); e cinzas, por incineração em mufla a 540 °C (AOAC, 2012). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (concentrações de buriti) e três repetições. As repetições foram obtidas coletando-se três amostras de aproximadamente 500 g de farinha em sacos plásticos transparentes, protegidas da luz e transportadas via aérea para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa, Rio Branco, Acre. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias do fator quantitativo comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional AgroEstat Online (Maldonado, 2020).



Fotos: Joana Maria Leite de Souza



Figura 1. Polpa de buriti utilizada durante a fabricação de farinha de mandioca (A) e adição de polpa de buriti em diferentes concentrações, na etapa de trituração das raízes de mandioca (B).

Resultados e discussão

As farinhas não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos quanto à atividade de água, e o teor máximo obtido foi de 0,38 (Tabela 1). Esse valor foi considerado aceitável e condizente com o relatado por Souza et al. (2018b), que obtiveram A_w de 0,30 em farinha adicionada de polpa de buriti liofilizada. O teor de A_w obtido neste trabalho foi inferior a 0,60, que é considerado como o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismos (Chisté et al., 2006). Valores de pH e acidez não apresentaram diferenças significativas entre as farinhas produzidas com diferentes percentuais de polpa de buriti in natura, tendo permanecidos acima dos relatados por Souza et al. (2018b), em farinha de mandioca com 1,66% de polpa de buriti liofilizada. Para acidez, o valor médio encontrado foi superior ao estabelecido na legislação, que atualmente está

fixado no limite máximo de 3,00 meq NaOHN.100 g⁻¹ para farinha do grupo seca (Brasil, 2011). A acidez da farinha de mandioca está relacionada com o processo de fabricação, sendo indicativa do tempo de fermentação da massa de mandioca triturada ou de um atraso na etapa de prensagem (Chisté; Cohen, 2011), ou ainda significar falha na higiene do processo, como também ser uma característica de métodos artesanais. Com os resultados obtidos pode-se inferir que a adição de polpa de buriti, em diferentes concentrações durante a fabricação, não alterou a acidez da farinha de mandioca. Nesse sentido, considera-se que os índices de acidez encontrados podem ser resultantes do processo de fabricação em si como, por exemplo, o tempo de prensagem adotado no experimento aliado à produção de pequenas quantidades de farinha para esse experimento.

Não se observou diferença significativa entre os tratamentos para os teores de umidade das farinhas produzidas (Tabela 1), apresentando um valor médio de 2,36%, inferior ao limite máximo permitido pela legislação brasileira para esse produto, que é de 13% (Brasil, 2011). Nesse caso, a adição de polpa de buriti em diferentes concentrações não alterou o teor de umidade do produto final, sendo essa característica dependente de outros fatores, como tempo e temperatura de secagem, por exemplo. Constatou-se uma diferença significativa entre as médias do teor de cinzas para T (0% de polpa) e T4 (8,30% de polpa adicionada). No entanto, entre os demais tratamentos (T1, T2 e T3), não foi observada diferença estatística, demonstrando não haver uma relação direta entre o aumento na concentração de buriti com o aumento no teor de cinzas. Entretanto, quanto a esse quesito, todas as farinhas estão de acordo com a legislação, que estabelece índice máximo de 1,4% de cinzas (Brasil, 2011).

Houve diferença significativa entre os tratamentos para o teor de cinzas na farinha de mandioca (Tabela 1), demonstrando uma relação direta entre o aumento na concentração de buriti com o aumento no teor de cinzas, uma vez que o tratamento com maior concentração (8,3%) diferiu do tratamento sem adição de buriti. As farinhas com diferentes percentuais de adição de polpa de buriti in natura (T3, T4 e T5) foram iguais ao T1 quanto ao valor de cinzas. Entretanto, quanto a esse quesito, todas as farinhas estão de acordo com a legislação, que estabelece índice máximo de 1,4% de cinzas (Brasil, 2011).

Tabela 1. Características físico-químicas das farinhas fabricadas com diferentes níveis de polpa de buriti.

Percentual de polpa de buriti	Atividade de água ^{ns}	Acidez (%) ^{ns}	pH ^{ns}	Umidade (%) ^{ns}	Cinza (%) [*]
T (0%)	0,38 a	3,43 a	4,15 a	4,51 a	0,69 b
T1 (3,32%)	0,12 a	4,41 a	4,47 a	1,45 a	0,65 b
T2 (4,98%)	0,12 a	4,18 a	4,45 a	3,04 a	0,69 ab
T3 (6,24%)	0,06 a	4,11 a	4,48 a	2,27 a	0,67 ab
T4 (8,30%)	0,14 a	4,48 a	4,42 a	2,70 a	0,72 a
Média	0,16	4,12	4,41	2,36	0,68
CV (%) ⁽¹⁾	50,46	4,63	19,02	0,18	0,00
Desvio-padrão	15,86	0,04	5,45	33,08	0,00

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação.

^{ns} e ^{*}Não significativo e significativo ao nível de 5% pelo teste de Tukey, respectivamente.

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

Além da importância do enriquecimento dos produtos com matérias-primas regionais, faz-se necessário a avaliação da segurança e qualidade desses produtos. A qualidade do alimento pode ser determinada por meio dos controles analíticos adotados na inspeção durante a produção até a realização de testes físico-químicos e microbiológicos no produto final, sendo a condição higiênico-sanitária um parâmetro aceito para determinação de qualidade microbiológica alimentar (Lima et al., 2007). Na Tabela 2 podem ser observados os resultados quanto às características microbiológicas. Para mesófilas não houve contaminação. Raiol et al. (2017) relataram que, em amostras de farinha do tipo seca provenientes de Manaus, AM, e Rio Branco, AC, adquiridas em feiras livres e venda a granel, os valores obtidos variaram entre 10^2 UFC/g e 10^3 UFC/g, sendo esses estados os que apresentaram os menores índices de contaminação por bactérias mesófilas nas farinhas grossas analisadas. Segundo esses autores, os resultados indicaram que as farinhas comercializadas em Belém, PA, obtiveram índices de contaminação variando de 10^2 UFC/g a 10^4 UFC/g e que a obtenção de farinha em agroindústrias não necessariamente proporciona contagens menores desses microrganismos. As contagens nas farinhas de Macapá, AP, mostraram-se mais elevadas, com variação de 10^2 UFC/g a 10^7 UFC/g. As farinhas de Rio Branco, AC, oriundas de três estabelecimentos comerciais, apresentaram contagens estimadas na maioria das repetições realizadas, o que permite afirmar que o estado se destacou em relação aos demais quanto à presença desses microrganismos indicadores. Para coliformes totais observou-se contaminação nas amostras de farinha com adição de polpa de buriti, embora esses resultados tenham ficado abaixo dos limites permitidos. Presume-se que isso se deve ao reduzido teor de umidade das farinhas e à baixa atividade de água (Tabela 1). Segundo Chisté et al. (2006), alimentos com A_w da ordem de 0,31 a 0,61 são considerados microbiologicamente estáveis.

Quanto às contagens de mofos e leveduras, os resultados indicaram que houve falha durante o processamento, demonstrando a necessidade de intensificar os treinamentos para adoção das boas práticas de fabricação.

Tabela 2. Resultados da contagem de coliformes termotolerantes, bolores e leveduras em farinhas de mandioca adicionadas de polpa de buriti in natura.

Tratamento	Coliforme total e termotolerante (NMP/g)	Bolor e levedura (UFC/g)
T1	<3,0	$4,75 \times 10^3$
T2	<3,0	$11,50 \times 10^3$
T3	<3,0	$16,50 \times 10^3$
T4	<3,0	$8,75 \times 10^3$
T5	<3,0	$6,00 \times 10^3$

Conclusões

A adição de polpa de buriti in natura em farinha de mandioca não afetou os parâmetros de qualidade físico-química e microbiológica avaliados nos tratamentos analisados, podendo ser utilizada como forma de agregação de valor cultural e conhecimento tradicional ao produto.

Agradecimento

Os autores agradecem ao produtor Antônio Clebson Cameli Santiago pela acolhida na unidade de produção de farinha; o 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 coleta e análise das amostras.

Referências

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington, DC, 2012.
- AOAC. **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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 214, Seção 1, p. 18-20, 8 nov. 2011.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 861-864, 2006.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. Influência da fermentação na qualidade da farinha de mandioca do grupo d'água. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, p. 279-284, 2011.
- INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Indicações geográficas**: pedidos de indicação geográfica concedidos e em andamento: última modificação em 22 abr. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas>. Acesso em: 26 abr. 2020.
- LIMA, C. P. S.; SERRANO, N. F. G.; LIMA, A. W. O.; SOUSA, C. P. Presença de microrganismos indicadores de qualidade em farinha e goma de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista de APS**, v. 10, p. 14-19, 2007.
- MALDONADO JR., W. **AgroEstat Online**. Disponível em: <http://www.agroestat.com.br>. Acesso em: 4 set. 2020.
- MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, Dec. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612011000400005&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 1 nov. 2020.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Food Safetyborne disease 2020**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>. Acesso em: 24 set. 2020.
- RAIOL, L. da S.; RODRIGUES, B. dos S. C.; MATTIETTO, R. de A. Contagem de bactérias aeróbias mesófilas em farinhas (grossa/tipo seca) em diferentes estados da Região Norte. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 21., 2017, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017.
- SOUZA, J. M. L. de; ÁLVARES, V. de S.; LEITE, F. M. N.; REIS, F. S.; FELISBERTO, F. A. V.; NEGREIROS, J. R. da S. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca oriundas do município de Cruzeiro do Sul - Acre. **Ciências Exatas da Terra**, v. 14, n. 1, p. 43-49, abr. 2008.
- SOUZA, J. M. L. de; CARTAXO, C. B. da C.; NÓBREGA, M. de S.; ALVES, P. A. de O.; SILVA, F. de A. C.; NOBRE, I. Potencial da IG da farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul. **Cadernos de Prospecção**, v. 8, n. 1, p. 182-191, 2015. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Prospecção Tecnológica e II Workshop de Propriedade Intelectual.

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, 2018a.

SOUZA, J. M. L. de; ÁLVARES, V. de S.; MACIEL, N. B. A.; NÓBREGA, M. S.; ARAÚJO, A. P. de S.; MADRUGA, A. L. S. Efeito da adição de polpa de buriti sobre parâmetros físico-químicos da farinha de mandioca artesanal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 17.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO E CARIBENHO DE MANDIOCA, 2., 2018, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: SBM, 2018b.

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.

Literatura recomendada

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

METRI, A. C.; BION, F. M.; OLIVEIRA, S. R. P.; LOPES, S. M. L. Farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*), em associação ao feijão e arroz, na dieta de ratos em crescimento. **Revista Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 73-81, 2003.

Controle Estatístico de Qualidade da Farinha de Mandioca com Reconhecimento de Indicação Geográfica

Esdras Sivaldo Honorato Santos¹, Virgínia de Souza Álvares², Daniel Moreira Lambertucci³ e Joana Maria Leite de Souza⁴

¹Graduando em Ciências Biológicas pela União Educacional do Norte, Rio Branco, AC.

²Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Zootecnista, mestre em Zootecnia, analista da Embrapa Acre, Setor de Gestão de Transferência de Tecnologias no Juruá, Cruzeiro do Sul, AC.

⁴Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – Amostras de farinha com reconhecimento de indicação geográfica foram coletadas com o objetivo de empregar ferramentas de controle estatístico na análise de um processo de fabricação de farinha de mandioca. Foram realizadas análises do teor de umidade, cinzas, fibra bruta total, amido e acidez. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, com a construção de cartas de controle com gráficos de média (X-barra) e de amplitude (R). Houve evidência de que o processo está “fora de controle estatístico”, o que pode ser explicado pelo modo de fazer artesanal. É necessário identificar as causas que tornam o processo “fora do controle estatístico”, a fim de orientar os produtores nas etapas de fabricação e adequação à legislação.

Termos para indexação: cartas de controle, controle estatístico de processos, farinha artesanal.

Introdução

A produção de farinha de mandioca da Regional do Juruá, no Acre, conquistou, em 2017, o selo de indicação geográfica – IG (Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2020). A IG é usada para identificar a origem de produtos ou serviços quando o local tem se tornado conhecido ou quando determinada característica ou qualidade do produto ou serviço se deve a sua origem (Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2020). Contudo, para que o produto vinculado à IG continue com o renome como do momento da concessão do registro, é necessário que a sua qualidade seja monitorada e os valores comparados aos padrões da legislação brasileira para esse produto (Brasil, 2011). No âmbito do controle da qualidade em processos industriais é usual as ferramentas e técnicas estatísticas serem empregadas tipicamente para monitoração, controle ou melhoria dos processos produtivos (Santos; Antonelli, 2011). Assim, este trabalho objetivou empregar ferramentas de controle estatístico de processos na fabricação de farinha de mandioca artesanal.

Material e métodos

Foram coletadas 63 amostras de farinha de mandioca, em cinco casas de farinha tradicionais em Cruzeiro do Sul, AC, pertencentes à IG Cruzeiro do Sul, de março a novembro de 2019. As amostras foram transportadas para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Acre, em Rio Branco, AC, e analisadas em relação às características presentes na legislação: acidez, por titulometria; teor de amido, por polarimetria de acordo com European Communities (1999); e teores de umidade, cinzas e fibra bruta total, conforme AOAC (2012). As amostras foram coletadas inteiramente ao acaso, em três repetições.

Os dados foram analisados em estatística descritiva, com obtenção das médias, por meio do programa Sisvar (Ferreira, 2008). Para estimativa dos parâmetros do processo foram construídas cartas de controle por meio de gráficos de média (X-barra) e de amplitude (R), em três repetições para cada característica avaliada. A geração dos gráficos foi por meio de planilhas do Microsoft Excel. Os limites de controle do gráfico X foram construídos pelas fórmulas: limite superior de controle (LSC) = $\bar{X} + (3 \text{ desvio-padrão}/\sqrt{n})$; limite médio (LM) = $\bar{X}$; e limite inferior de controle (LIC) = $\bar{X} - (3 \text{ desvio-padrão}/\sqrt{n})$. A análise da carta de controle foi baseada nos critérios definidos pela Norma ISO 7870-1 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019), adotando-se o critério básico de um ou mais pontos acima do LSC ou abaixo do LIC.

Resultados e discussão

Os dados estão expostos nas Figuras 1 e 2 e na Tabela 1. Os valores médios obtidos foram 3,04% de acidez; 95,62% de amido; 6,06% de umidade; 0,91% de cinzas; e 1,92% de fibra bruta total (Tabela 1).

Segundo a legislação brasileira (Brasil, 2011), os valores médios observados para as variáveis físico-químicas encontram-se de acordo com os padrões para os teores de umidade, cinzas e fibras, com máxima de 13%, 1,4% e 2,3%, respectivamente (Tabela 1), o que também foi observado por Souza et al. (2008). Ainda de acordo com essa legislação, de modo geral, as farinhas analisadas apresentam acidez alta (acima de 3,0 meq NaOH.100 g⁻¹), embora tenham ultrapassado pouco esse limite.

No total, 56% das farinhas foram enquadradas como de acidez baixa e 44% como de acidez alta, de acordo com Brasil (2011). Todas as amostras obtiveram teor de amido superior a 86,0%, o que, de acordo com Brasil (2011), enquadraria as farinhas como do tipo 1. Contudo, outras características devem ser consideradas para a classificação, o que não foi objeto deste estudo. Os teores de umidade e de cinzas foram inferiores aos limites máximos estabelecidos por Brasil (2011), de 13% e 1,4%, respectivamente. Contudo, o teor de fibras das farinhas ultrapassou o limite máximo permitido (2,3%) em 20% das amostras, sendo esse fator provavelmente alterado pelas diferenças na peneiração.

Observa-se pelas cartas de controle das médias (Figura 1) que alguns pontos extrapolaram os limites superior e inferior de controle do gráfico X-barra, havendo evidência de que o processo está “fora de controle estatístico”. Em tese, esse comportamento é esperado, uma vez que o processo de fabricação da farinha de mandioca é artesanal, sem controle de tempo e de temperatura (Souza et al., 2008), podendo haver uma grande variabilidade nas suas características físico-químicas (Álvares et al., 2016). Siqueira (1997) orienta que, no caso de o processo estar fora de controle estatístico, existe uma ou mais causas determináveis (assignáveis) de variação, sendo necessário identificar e corrigir esses fatores que causam tais variações para que a variabilidade do processo seja reduzida. Das características avaliadas na carta de controle, a extrapolação foi de 80,9%, 65,1%, 36,5%, 20,6% e 7,9% dos pontos fora dos limites para o teor de umidade, cinzas, acidez, fibras e teor de amido, respectivamente. Todas são características relacionadas com o modo de produção da farinha, sendo o teor de umidade crítico por depender, principalmente, da experiência do torrador. Essas informações são reforçadas pelos gráficos de amplitude (R). Nota-se que houve menor amplitude entre os limites inferior e superior para a variável teor de amido (Figura 2), visto que se mantém elevada ao longo de todas as amostras analisadas. A amplitude das médias do

teor de fibras também teve pouca variação, com apenas quatro pontos acima do limite superior de controle. É uma característica mais fácil de ser controlada no processo artesanal da farinha do que o teor de umidade ou acidez, que tiveram grande amplitude de médias.

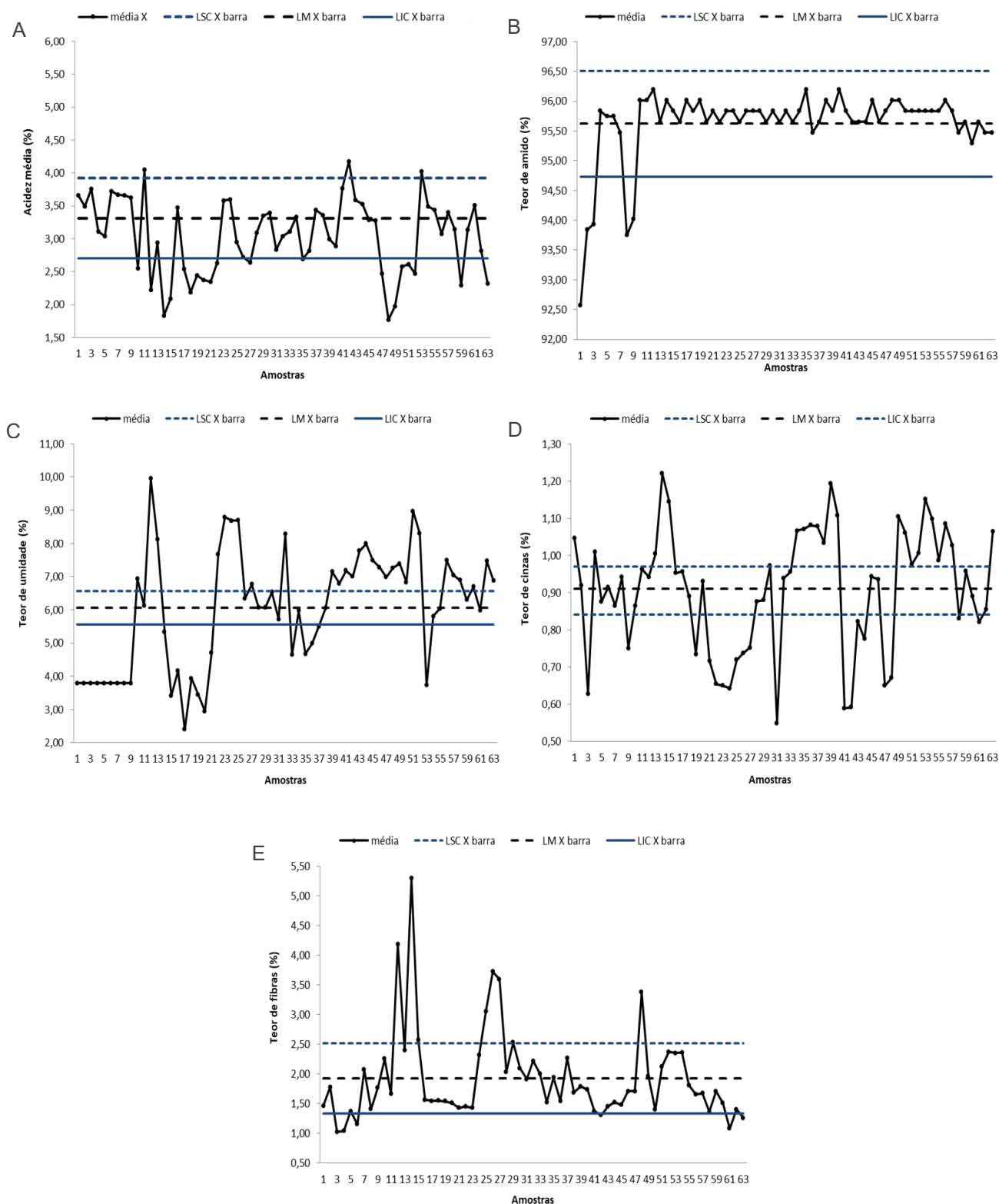


Figura 1. Gráficos de médias (X-barra) da acidez (A), teor de amido (B), teor de umidade (C), teor de cinzas (D) e teor de fibras (E) de amostras de farinha de mandioca.

LSC = Limite superior de controle. LM = Limite médio. LIC = Limite inferior de controle.

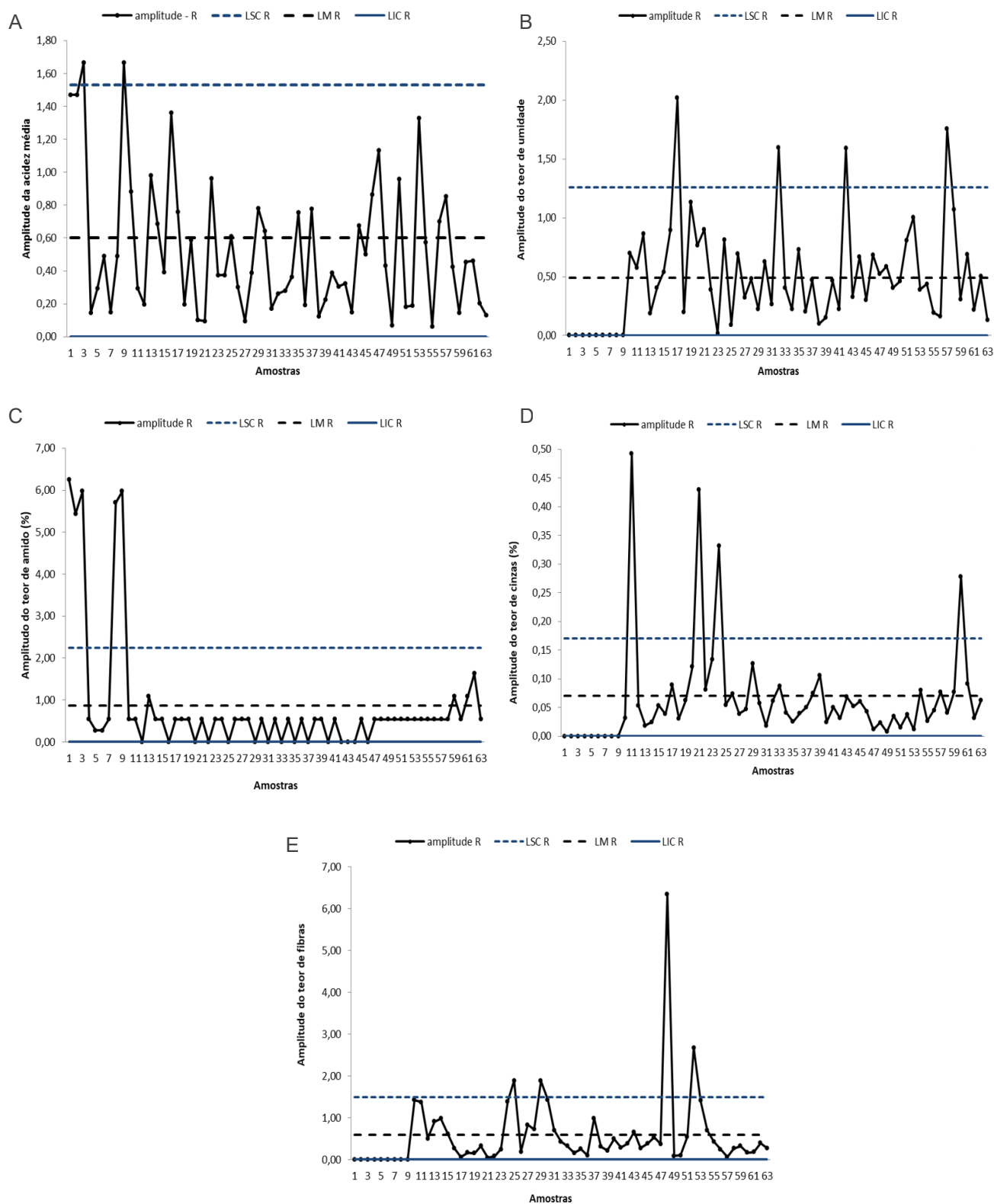


Figura 2. Gráficos de amplitude das médias (R) da acidez (A), teor de umidade (B), teor de amido (C), teor de cinzas (D) e teor de fibras (E) de amostras de farinha de mandioca.

LSC = Limite superior de controle. LM = Limite médio. LIC = Limite inferior de controle.

Tabela 1. Estatística descritiva global e valores médios dos dados físico-químicos das amostras de farinha de mandioca da Regional do Juruá, Acre.

Característica	Acidez (meq NaOH.100 ⁻¹ g)	Teor de amido (%)	Umidade (%)	Cinza (%)	Fibra bruta total (%)
Média geral (X)	3,04	95,62	6,06	0,91	1,92
CV (%) ⁽¹⁾	11,99	1,01	5,83	6,63	30,64
Mínimo	1,77	92,57	2,40	0,55	1,02
Máximo	4,17	96,01	9,95	1,19	5,29

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação.

Conclusões

É necessário continuar os estudos em relação ao controle estatístico do processo de produção da farinha de mandioca com reconhecimento da indicação geográfica, visto que o objetivo não é controlar em si o processo, mas manter a qualidade do produto em relação à legislação vigente. Contudo, a investigação e ações corretivas são necessárias para detectar e eliminar as causas especiais no processo.

Agradecimento

Os autores agradecem aos produtores de farinha, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica e aos empregados da Embrapa Acre Ailson Luiz Sudan Madruga, Manoel Delson Campos Filho, John Lennon Mesquita Catão e Francisco Álvaro Viana Felisberto pelo auxílio no experimento.

Referências

- ÁLVARES, V. S.; MIQUELONI, D. P.; NEGREIROS, J. R. S. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca do Território da Cidadania do Vale do Juruá, Acre. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, p. 113-120, 2016.
- AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 19. ed. Arlington, 2012. V. 2. 559 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 7870-1**: gráficos de controle - part 1: diretrizes gerais, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 214, Seção 1, p. 18-20, 8 nov. 2011.
- 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, 2008.
- INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Indicações geográficas**: pedidos de indicação geográfica concedidos e em andamento: última modificação em 22 abr. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas>. Acesso em: 26 abr. 2020.

SANTOS, A. B.; ANTONELLI, S. C. Aplicação da abordagem estatística no contexto da gestão da qualidade: um survey com indústrias de alimentos de São Paulo. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 3, p. 509-524, 2011.

SIQUEIRA, L. G. P. **Controle estatístico do processo**. São Paulo: Pioneira, 1997. 129 p.

SOUZA, J. M. L. de; ÁLVARES, V. de S.; LEITE, F. M. N.; REIS, F. S.; FELISBERTO, F. A. V.; NEGREIROS, J. R. da S. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca oriundas do município de Cruzeiro do Sul - Acre. **Ciências Exatas da Terra**, v. 14, n. 1, p. 43-49, abr. 2008.

Determinação do Nível de Dano Causado por *Tetranychus ogmophallos* (Acari: Tetranychidae) em Amendoim Forrageiro no Estado do Acre

Edisandra Oliveira dos Santos¹, Rodrigo Souza Santos² e Luís Cláudio de Oliveira³

¹Graduanda em Biologia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre,
bolsista do CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Biólogo, doutor em Agronomia – Entomologia Agrícola, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Engenheiro florestal, mestre em Ciências de Florestas Tropicais,
pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – *Tetranychus ogmophallos* é um ácaro associado ao amendoim forrageiro no estado do Acre, que causa perda de área fotossintetizante e debilita as plantas atacadas. O objetivo deste trabalho foi determinar o nível de dano causado por *T. ogmophallos* em *Arachis pintoi* cultivar Belomonte, consorciado com pastagem em Rio Branco, AC. O experimento foi inteiramente casualizado, em 12 parcelas de 3 m x 3 m (9 m²) com dois tratamentos e seis repetições para cada um: a) parcelas com aplicação de inseticida-acaricida (Lorsban 480 BR); e b) parcelas sem aplicação (testemunha). Para a realização das avaliações semanais, utilizou-se um quadrado de 1 metro de lado, o qual servia como área útil de avaliação das variáveis e era colocado no centro de cada parcela. As variáveis mensuradas foram: a) porcentagem de cobertura do amendoim forrageiro; b) porcentagem de infestação de *T. ogmophallos*; c) severidade da infestação; d) porcentagem de plantas invasoras; e e) porcentagem de gramíneas. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos com relação ao número e severidade de ataque. Ademais, a aplicação do produto fitossanitário não causou nenhuma interferência na velocidade de recomposição da biomassa de *Arachis* e gramíneas, bem como não foi determinante para a diminuição de plantas invasoras.

Termos para indexação: ácaro-carmim, Fabaceae, pragas do amendoim forrageiro.

Introdução

A intensificação dos sistemas de produção de pecuária bovina a pasto está associada com o aporte de nutrientes, incluindo fertilizantes químicos e suplementos para os animais (Vendramini et al., 2007). Entre as diversas espécies de leguminosas, as silvestres do gênero *Arachis* (Fabaceae), conhecidas popularmente por “amendoim forrageiro”, têm sido utilizadas em consórcio com pastagens devido às características positivas para o solo (fixação de nitrogênio) e bovinos (proteína vegetal) (Valentim, 2016).

O uso do amendoim forrageiro contribui para recuperar áreas de pastagens degradadas e viabilizar sistemas intensivos de pecuária de corte com baixa emissão de gases de efeito estufa na Amazônia (Argel, 1995; Andrade et al., 2005).

Dentre as avaliações necessárias, visando ao lançamento de cultivares de *Arachis*, a entomológica é fundamental, pois visa ao conhecimento de organismos associados, bem como seus níveis populacionais e de dano, identificando potenciais pragas, além de propor métodos de controle eficientes (Marcolino et al., 2016). Dentre esses organismos, destaca-se o ácaro-carmim, *Tetranychus ogmophallos* Ferreira & Flechtmann (Acari: Tetranychidae), o qual causou sérios danos em *Arachis pintoi* Krapov. & Greg. cultivar Belomonte, consorciado com pastagens no estado do Acre, em 2015 (Santos, 2016).

Pela inexistência de estudos relacionados às injúrias causadas por infestações de *T. ogmophallos* em acessos de amendoim forrageiro, especialmente na região Norte do Brasil, o objetivo deste trabalho foi determinar o nível de dano causado por essa espécie de ácaro em *A. pinto* consorciado com pastagem, no município de Rio Branco, AC.

Material e métodos

O estudo foi conduzido em uma área de consórcio de pastagem (*Brachiaria* spp.) e *A. pinto* cultivar Belomonte, no período de junho de 2019 a março de 2020, na Fazenda Guaxupé, Rio Branco, AC (09°57'52.33"S; 68°06'4.27"O).

Foram instaladas parcelas de 3 m x 3 m (9 m²), demarcadas com canos de PVC enterrados no solo. O delineamento do ensaio foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos: a) parcelas com aplicação do produto fitossanitário com ação inseticida-acaricida (Lorsban 480 BR – concentrado emulsionável) em seis repetições; e b) parcelas sem a realização do controle (testemunha), em seis repetições. Como não há nenhum produto registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o controle de *T. ogmophallos* em *Arachis* spp., o Lorsban foi escolhido, por sua eficiência no controle dessa espécie de ácaro em ataques em acessos de *Arachis* no banco ativo de germoplasma da Embrapa Acre. Foi utilizada a dosagem recomendada na bula para o controle de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae), com auxílio de pulverizador costal manual.

O monitoramento iniciou-se antes da época de ocorrência do ácaro na região e o produto fitossanitário foi aplicado nas parcelas, após a constatação do início da infestação de *T. ogmophallos*. Para a realização das avaliações semanais, utilizou-se um quadrado de 1 metro de lado, o qual servia como área útil de avaliação das variáveis e era colocado no centro de cada parcela. As variáveis mensuradas foram: a) porcentagem de cobertura do amendoim forrageiro; b) porcentagem de infestação de *T. ogmophallos*; c) severidade da infestação; d) porcentagem de plantas invasoras; e e) porcentagem de gramíneas. Ademais, para a determinação do nível de infestação de *T. ogmophallos*, aleatoriamente eram coletadas 20 folhas em cada parcela, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos identificados, mantidos em caixa de isopor e transportados até o Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre.

A severidade da infestação foi mensurada pela visualização a olho nu da parcela (dentro do quadrado de 1 metro), sendo avaliada, por uma escala de notas de 1 a 5, na qual: 1 – sem danos (clorose) nas folhas; 2 – até 10% de clorose; 3 – entre 11% e 30% de clorose; 4 – entre 31% e 50% de clorose; e 5 – acima de 50% de clorose. A porcentagem de infestação foi mensurada da mesma forma, com uma escala de nota de 0 a 3, sendo: 0 – sem infestação; 1 – até 20% de infestação; 2 – até 50% de infestação; e 3 – acima de 50% de infestação. Todas as avaliações visuais foram registradas em planilha de campo, exceto o número de ácaros por parcela, o qual era registrado após triagem em laboratório.

As matrizes dos coeficientes de correlações parciais dos erros e suas probabilidades para as variáveis transformadas, devido a não normalidade e homogeneidade da variância (% de *Arachis*, % de gramíneas, % de invasoras e total de ácaros), foram calculadas utilizando PROC GLM (MANOVA PRINTE). Os valores para as variáveis transformadas (% de *Arachis*, % de gramíneas, % de invasoras e total de ácaros) foram estimados por meio do procedimento RSPL (pseudo máxima verossimilhança residual/normal). Foi utilizado o procedimento PROC GLIMMIX, sendo os efeitos fixos dados por tratamento, época de avaliação e interação tratamento-época. Efeitos aleatórios

foram definidos por parcelas dentro de época de avaliação. As médias para os efeitos fixos foram comparadas, utilizando o procedimento LSMEANS, ajustadas por Tukey (SAS 9.4). O modelo misto estimado por GLIMMIX encontra-se descrito a seguir:

$$E(Y | \gamma) = g^{-1}(X\beta + Z\gamma)$$

em que

Y = vetor dos dados observados.

γ = vetor dos efeitos aleatórios.

g^{-1} = inversa da função de ligação monotônica diferenciada.

X = matriz de incidência para os efeitos fixos de tratamento, época de avaliação e interação tratamento-época.

β = vetor dos efeitos de tratamento, época de avaliação e interação tratamento-época.

Z = matriz de incidência para os efeitos aleatórios dentro de época.

y = vetor dos efeitos aleatórios de parcela.

Para análise dos dados de severidade foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (1952) a seguir, usando o PROC NPAR1WAY Wilcoxon com estimação de Monte Carlo:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^c \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

em que

C = número de amostras.

n_i = número de observações na i -ésima amostra.

$N = \sum n_i$, número de observações em todas as amostras combinadas.

R_i = soma de rankings na i -ésima amostra.

Se ocorrerem empates H é dividido por:

$$1 - \frac{\sum T}{N^2 - N}$$

em que

$T = (t-1)t(t+1)$ para cada grupo de empates.

Os efeitos significativos das variáveis foram comparados por meio da transformação dos dados originais em Rank (PROC RANK) (raiz quadrada da densidade + 0,50) e posterior análise de variância e comparação de médias (PROC GLM LSD). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa SAS versão 9.4.

Resultados e discussão

Foi contabilizado um total de 931 espécimes de *T. ogmophallos*, um número expressivamente inferior ao registrado no trabalho de Silva et al. (2019), em parcelas puras de *A. pintoi* e *A. pintoi* x *Arachis appressipila* Krapov. instaladas na Embrapa Acre. Uma hipótese para esse fato seria que o consórcio com gramíneas pode atuar negativamente na população do ácaro.

O período de ocorrência de *T. ogmophallos* em *Arachis* em Rio Branco varia de agosto a novembro (Azevedo et al., 2018). Assim, o baixo número de ácaros coletados nesse ensaio não se deve ao monitoramento tardio da área experimental. Apesar de *T. ogmophallos* ter causado danos em áreas de consórcio de *Arachis* com pastagens, em Rio Branco, no ano de 2015, nos anos subsequentes não foi mais observada essa intensidade de ataque. Dessa forma, reforça-se a hipótese de que *T. ogmophallos* seja um ácaro frequente na região, mas, que só atinja o status de praga em casos de surto populacional.

Durante o monitoramento, a ocorrência do ácaro na área experimental iniciou em setembro de 2019, quando foi realizada a aplicação do produto fitossanitário nas parcelas (com tratamento).

O ataque de *T. ogmophallos* causa perda de área fotossintetizante e, conseqüentemente, debilita as plantas atacadas de amendoim forrageiro; no entanto, não foi verificada mortalidade de plantas nas parcelas sem tratamento fitossanitário em todo o período de estudo, corroborando os resultados obtidos por Silva et al. (2019). Os resultados referentes ao ataque do ácaro no amendoim não foram expressivos, uma vez que não existiu diferença estatística significativa entre as parcelas com e sem tratamento fitossanitário.

Condições meteorológicas, ação de inimigos naturais, resistência natural das plantas ou competição com outros organismos atuam positivamente no potencial biótico das espécies (Altieri et al., 2003; Ricklefs; Relyea, 2016). É provável que as condições meteorológicas sejam os principais fatores que afetam a dinâmica populacional de *T. ogmophallos*, visto que não foram encontrados ácaros da família Phytoseiidae durante o período de estudo, os quais são os principais inimigos naturais de ácaros tetraniquídeos (Moraes; Flechtman, 2008). Silva et al. (2019) observaram que nos períodos de alta pluviosidade a população de *T. ogmophallos* diminuiu sensivelmente nas parcelas de *Arachis*. Esse resultado reforça que uma intervenção com produtos químicos só deve ser considerada em casos de surto populacional de *T. ogmophallos*.

Com relação à severidade, não houve diferenças significativas para datas de avaliações, tratamentos e interação entre tratamento e data de avaliação. A porcentagem de infestação de *T. ogmophallos* nas parcelas foi significativa para data de avaliação, que coincidiu no mês de setembro de 2019. No entanto, foi observada uma alta infestação em apenas uma parcela testemunha e, apesar disso, os danos não foram severos a ponto de causar mortalidade de plantas. Esse fato também foi constatado no trabalho de Silva et al. (2019).

Foram verificadas diferenças significativas em relação à época de avaliação para as variáveis: porcentagens de *Arachis*, infestação, gramíneas e invasoras. De maneira geral, a cobertura do amendoim forrageiro foi maior no período de junho até a primeira semana de outubro de 2019,

diminuindo entre meados de outubro de 2019 a março de 2020. No caso da porcentagem de gramíneas, houve aumento a partir de novembro de 2019, mantendo-se constante até o início de janeiro de 2020. A porcentagem de invasoras só foi significativa em agosto de 2019, diminuindo ou desaparecendo nas parcelas até o final do período de estudo.

Conclusões

A aplicação do produto fitossanitário não causou nenhuma interferência na recomposição da biomassa de *Arachis* e gramíneas, bem como não foi determinante para a diminuição de plantas invasoras. O controle químico de *T. ogmophallos* é desnecessário, sendo recomendado apenas em caso de surtos populacionais.

Agradecimento

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro por meio da bolsa de iniciação científica a primeira autora.

Referências

- ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.
- ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; VALENTIM, J. F.; PEREIRA, O. G. Response of *Arachis pintoi* to grazing intensity when associated with different grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 2005, Dublin. **Proceedings...** Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 347.
- ARGEL, P. J. Experiencia regional con *Arachis* forrajero en América Central y México. In: KERRIDGE, P. C. (Ed.). **Biología y agronomía de especies forrajeras de Arachis**. Cali, Colombia: CIAT, 1995. p. 144-154.
- AZEVEDO, T. da S.; VASCONCELOS, A. da S.; SUTIL, W. P.; CLEMÊNCIO, R. de M.; SILVA, W. da; SANTOS, R. S. Dinâmica populacional de *Tetranychus ogmophallos* Ferreira & Flechtmann (Acari: Tetranychidae) em genótipos de amendoim forrageiro (*Arachis* spp.) no estado do Acre. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFAC, 26., 2017, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco, AC: Universidade Federal do Acre, 2018. p. 524.
- KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **Journal of the American Statistical Association**, v. 47, p. 583-621, 1952.
- MARCOLINO, E. F.; MATAVELI, M.; FAZOLIN, M. Potencial do ataque de pragas em *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi. In: VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de; ASSIS, G. M. L. de (Ed.). **Produção de sementes de Arachis pintoi cv. BRS Mandobi no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. (Embrapa Acre. Sistemas de produção, 4). Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaof6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=3830&p_r_p_-996514994_topicold=3825. Acesso em: 15 set. 2020.
- MORAES, G. J. de; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia**: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308 p.
- RICKLEFS, R. E.; RELYEA, R. **A economia da natureza**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. 636 p.

SANTOS, R. S. Infestação de *Tetranychus ogmophallos* Ferreira & Flechtmann (Acari: Tetranychidae) em amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Kaprov. & Greg.) nos estados do Acre e Minas Gerais. **EntomoBrasilis**, v. 9, n. 1, p. 69-72, 2016.

SILVA, W. da; SANTOS, R. S.; MAGALHÃES, D. C.; DANTAS, E. M. R da S. Dinâmica populacional de *Gargaphia paula* e *Tetranychus ogmophallos* em amendoim forrageiro no Acre. In: SEMINÁRIO DA EMBRAPA ACRE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 1., 2018, Rio Branco, AC. **Pesquisa e Inovação para a Agropecuária no Acre: anais**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2019. p. 15-19. (Embrapa Acre. Eventos técnicos & científicos, 1). Apresentação oral.

VALENTIM, J. F. Introdução. In: VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de; ASSIS, G. M. L. de (Ed.). **Produção de sementes de *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. (Embrapa Acre. Sistemas de produção, 4). Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=3830&p_r_p_-996514994_topicold=3820. Acesso em: 15 set. 2020.

VENDRAMINI, J. M. B.; SILVEIRA, M. L. A.; DUBEUX JR., J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E. Environmental impacts and nutrient recycling on pastures grazed by cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 441-445, 2007.

Identificação Genética de Híbridos Interespecíficos de *Arachis*

Raquel Onorato de Lima¹, Luciéllo Manoel da Silva², André Lucas Domingos da Silva³ e Tatiana de Campos⁴

¹Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Acre, bolsista do CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Biotecnologia e Biodiversidade, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Biólogo, mestre em Ciência, Inovação e Tecnologias para a Amazônia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁴Bióloga, doutora em Genética e Biologia Molecular, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O *Arachis pinto* Krapov. & W.C. Gregory vem se destacando no uso consorciado com pastagens devido ao seu potencial nutritivo e à capacidade de fixação de nitrogênio no solo. Atualmente, uma das restrições para a expansão do uso dessa forrageira é o elevado preço da semente. Para facilitar o processo de colheita e reduzir o custo, o presente estudo buscou realizar a transferência do PEG (alongamento do ovário que liga o embrião à planta-mãe) rígido do amendoim comum (*Arachis hypogaea* L.), por meio de dois cruzamentos interespecíficos, e a genotipagem com marcador microsatélite. Dentre a análise de 229 progênies, não foi identificado o genótipo híbrido. A dificuldade do cruzamento envolve a divergência das secções botânicas e as ploidias entre as duas espécies. Diante do desafio biológico, estratégias adicionais são propostas ao programa de melhoramento como o uso da espécie diploide como receptor de pólen, a duplicação cromossômica de *A. pinto* com colchicina antes da hibridação, a fusão de protoplastos e também a expansão de novas combinações parentais em busca de maior compatibilidade.

Termos para indexação: amendoim forrageiro, Fabaceae, poliploidia.

Introdução

O uso do amendoim forrageiro (*Arachis pinto* Krapov. & W.C. Gregory) consorciado com gramíneas vem se destacando como um importante procedimento para mitigar o desmatamento e garantir um melhor desempenho na produtividade e sustentabilidade da pecuária na região Amazônica (Oliveira et al., 2019). A atividade de criação de gado e outros animais (pecuária) e o superpastoreio são capazes de causar grandes impactos relacionados ao meio ambiente, como a degradação do solo e a erosão (Wust et al., 2015). O amendoim forrageiro contém grande potencial econômico pela sua alta capacidade de adaptação ao pastejo, contribuindo assim para impedir o processo de degradação do solo (Fialho, 2015). No estado do Acre, o uso da cultura apresentou um impacto positivo de aproximadamente R\$ 91 milhões ao ano em pastagens consorciadas (Embrapa, 2019).

O *Arachis pinto* possui a habilidade de fixação de nitrogênio atmosférico no solo, enriquecendo seu conteúdo a baixo custo, além da aptidão em fornecer nutrientes importantes à dieta dos animais como a alta quantidade de proteínas nas folhas e estolões, variando de 13% a 18% e de 10% a 15%, respectivamente, fator importante na boa produção de leite e no aumento da musculatura de bovinos (Lima et al., 2003). O amendoim forrageiro pertence à ordem Fabales, família Fabaceae e secção *Caulorhizae* (Rincón et al., 1992; Silva, 2007). Contudo, há adversidades para o fornecimento e a expansão do uso do *A. pinto* como forrageira, sendo a principal o esforço de trabalho para a colheita de sementes, por estarem dispostas abaixo do solo. Assim, o alto custo da produção da semente representa um significativo gargalo a ser superado para a expansão do uso da cultura (Valentim et al., 2009). O valor de mercado de 1 kg de sementes encontra-se na faixa de R\$ 100 a R\$ 300 (Realpecuaria, 2020).

A introgressão de genes entre espécies do gênero *Arachis* tem sido realizada desde 1940 e o grande desafio da hibridização é a diferença na ploidia entre as espécies e nos tipos de cromossomos entre as nove secções (Simpson, 2001; Fávero, 2004). Apesar da divergência na estrutura cromossômica, há detecção de hibridação em cruzamentos interespecíficos em *Arachis* (Krapovickas; Gregory, 1994).

Diferentemente dos frutos do amendoim comum, o amendoim forrageiro não apresenta PEG rígido (alongamento do ovário que liga o embrião à planta-mãe) e as sementes se desprendem da planta adulta (Lima et al., 2003). Assim, a introgressão de genes relacionados à rigidez e maior espessura do PEG do amendoim comum no amendoim forrageiro é uma meta do programa de melhoramento da cultura para facilitar o processo de colheita dos frutos. Os cruzamentos interespecíficos iniciaram-se em 2019 no programa de melhoramento da Embrapa. Assim, o presente estudo propôs auxiliar o programa de melhoramento de amendoim forrageiro por meio da hibridação interespecífica e a certificação molecular.

Material e métodos

Dois cruzamentos foram testados: com o genótipo 18.2001 (*A. hypogaea* L. $2n=4X=40$) x W34 (*A. pintoi* $2n=2X=20$) e entre BRS 421 (*A. hypogaea* L.) x W34. Os cruzamentos foram realizados, por hibridação artificial, em casa de vegetação da Embrapa Acre, em Rio Branco, AC, no período de fevereiro a maio de 2019. Foram obtidas 177 sementes do primeiro teste e 52 do segundo experimento, totalizando 229 amostras. As sementes foram plantadas em células de germinação e, após 15 dias, já apresentaram folíolos para extração do DNA. O DNA genômico de cada progênie foi extraído com CTAB (Hoisington et al., 1994). Todas as amostras foram quantificadas em fluorímetro *Qubit* (Thermo Scientific).

Após a extração de DNA, a reação de amplificação foi realizada de acordo com os parâmetros: solução tampão 1X; 2,0 mM de $MgCl_2$; 0,25 mg mL^{-1} BSA (albumina sérica bovina); 0,25 mM dNTP (desoxirribonucleotídeos livres); 0,8 μM de *primers* (iniciadores); 1 U de enzima Taq DNA polimerase; e 7,5 ng μL^{-1} das amostras de DNA. Os ciclos de amplificação foram: 94 °C por 5 minutos, seguindo-se 30 ciclos a 94 °C por 1 minuto para a desnaturação, 1 minuto na temperatura de anelamento com a temperatura adequada e específica para cada iniciador e, por fim, a fase de extensão a 72 °C por 1 minuto; após os 30 ciclos uma extensão final por 5 minutos (Campos et al., 2016). Foi utilizado o marcador microssatélite Ap(CT)68. Esse loco apresenta polimorfismo para a detecção por genotipagem de progênie híbrida.

O marcador microssatélite possui comportamento codominante, o que significa que é capaz de detectar tanto homozigotos quanto heterozigotos, facilitando assim a identificação de híbridos (Abad et al., 2014). Para verificar a amplificação utilizou-se a técnica de eletroforese. Os produtos de amplificação foram aplicados em gel de agarose 3% em TBE 1 X e migrados a 80 V, por 1 hora. Após a corrida eletroforética, o gel foi fotografado em transiluminador com luz ultravioleta (Campos et al., 2016).

Resultados e discussão

A identificação da hibridação ou cruzamento consistiu no reconhecimento, por meio do uso de marcador microssatélite, dos alelos na progênie e a comparação com os perfis dos genitores usados (Ferreira et al., 2012). A extração e diluição do DNA ocorreram sem falhas para a produção dos

amplicons. O DNA extraído apresentou qualidade e alto grau de pureza, o que foi fundamental para a reação de amplificação e posteriormente a análise em eletroforese (Campos et al., 2016; Hepp; Nonohay, 2016). Portanto, a metodologia de genotipagem em eletroforese horizontal encontra-se bem estabelecida e pode ser estendida para análises da rotina do programa de melhoramento.

A proposta inicial do projeto era analisar 100 amostras. Como não foi obtido híbrido na amostragem, mais 129 sementes foram germinadas para aumentar a chance de detectar híbridos. Dentre as 229 progênie analisadas não ocorreu a identificação de híbridos (Figura 1).

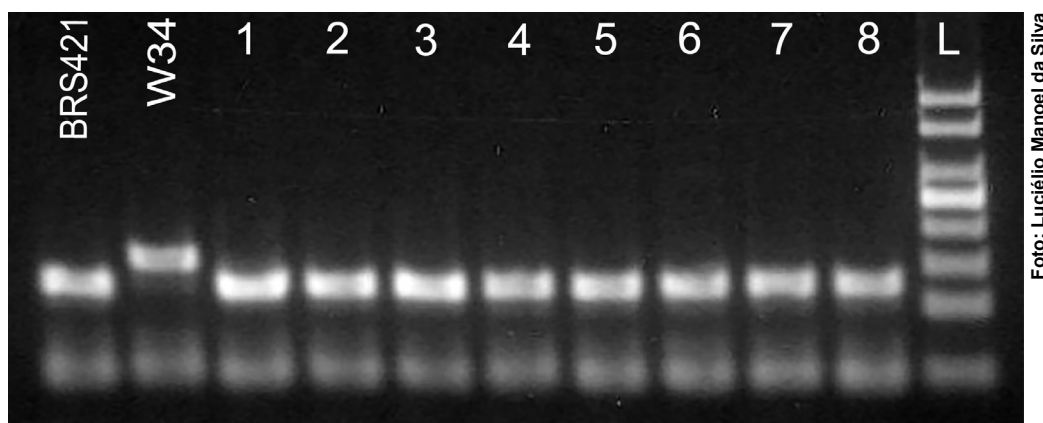


Figura 1. Imagem da genotipagem em gel de agarose de oito progênies do teste do cruzamento entre BRS 421 (*Arachis hypogaea*) x W34 (*Arachis pintoi*).

L = Marcador de peso molecular 50 pb.

A análise da migração dos fragmentos de DNA em gel de agarose, diante do processo de eletroforese, identificou alelos somente com peso molecular conforme a banda da planta-mãe, *A. hypogaea* L. (BRS 421). Isso significa que ocorreu somente autofecundação, característica reprodutiva predominante no gênero *Arachis* spp. (Krapovickas; Gregory, 1994; Oliveira, 2015). Sem a confirmação do cruzamento entre as espécies não se tem ainda a introgressão da característica de interesse, PEG rígido, nas progênies. Esse fato pôde ser comprovado por meio da utilização do marcador microssatélite, por apresentar o comportamento codominante e ser altamente informativo, uma vez que possui a capacidade de detectar quando há tanto homozigosidade quanto heterozigosidade, muito comum em testes de paternidade (Fávero, 2004; Weiler et al., 2009).

O resultado corrobora com a literatura, uma vez que a hibridação entre *A. pintoi* e *A. hypogaea* não foi obtida em outros estudos (Gregory; Gregory, 1979; Fávero, 2004; Custodio, 2009). Apesar de pertencentes ao mesmo gênero, são espécies de seções botânicas distintas: *Caulorhizae* e *Arachis*. Neste estudo, um provável fator para a dificuldade do cruzamento entre *A. hypogaea* e *A. pintoi* se dá justamente por apresentarem diferenças entre ploidia tetraploide (4X) e diploide (2X) (Simpson, 2001; Fávero, 2004), além da composição genômica distinta entre genomas AABB e CC (Zhuang et al., 2019). *Arachis hypogaea* tem como origem dois ancestrais diploides (*A. duranensis* (AA) e *A. ipaensis* (BB)) que não apresentam a mesma estrutura de PEG rígido do amendoim comum (Fonseca, 2007).

Outro fato que deve ser considerado é a instabilidade genômica de um híbrido triploide. Esse indivíduo poderia apresentar mitoses anormais no desenvolvimento embrionário, podendo causar a eliminação de cromossomos (aneuploidias) ou mesmo a eliminação de conjuntos de cromossomos de um dos pais (Abreu, 2008). Assim, um híbrido poderia ter sido obtido no processo de hibridação, mas não resistiu à etapa de desenvolvimento até a produção de folhas jovens para extração de DNA.

Devido ao impacto que a transferência dessa característica traria na produção de sementes de amendoim forrageiro, outras estratégias ainda serão testadas no programa de melhoramento. Duas estratégias já estão em andamento com a duplicação cromossômica de *A. pinto*, por meio do tratamento com colchicina (Barbosa et al., 2007), e o uso de receptor de pólen (o material diploide). Adicionalmente propõe-se também o uso da técnica de fusão de protoplastos (Soriano, 2010) e a busca de compatibilidade em outras combinações de cruzamentos entre os genótipos parentais (Ferreira et al., 2012).

Conclusões

O híbrido entre amendoim forrageiro e amendoim comum ainda não foi obtido, porém a metodologia molecular de certificação mostrou-se rápida e eficaz. Diante dos ganhos a serem obtidos com a introgressão da característica do PEG rígido, novas estratégias devem ser abordadas no programa de melhoramento.

Referências

ABAD, C. A.; LOPES, F. A.; PINHEIRO, J. W.; MOTA, R. A. Marcadores moleculares e suas aplicações nas pesquisas em bovinos. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 1, p. 10-18, 2014.

ABREU, P. P. **Análises em *Passiflora palmeri*, *Passiflora foetida* e híbridos f1 ornamentais**: relações citogenéticas e caracterização fisiológica. 2008. 188 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal: Melhoramento de Plantas e Biotecnologia) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

BARBOSA, S.; VIDE, L. C. da; PEREIRA, A. V.; ABREU, J. C. de. Duplicação cromossômica de híbridos triplóides de capim elefante e milheto. **Bragantia**, v. 66, n. 3, p. 365-372, 2007.

CAMPOS, T. de; AZÊVEDO, H. S. F. S. da; OLIVEIRA, J. C. de; FILHO, J. A. F.; YOMURA, R. B. T.; SILVA, L. M. da. **Protocolo para identificação de híbridos de amendoim forrageiro utilizando marcador molecular microsatélite**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. (Embrapa Acre. Documentos, 146).

CUSTODIO, A. R. **Relações de cruzabilidade entre espécies e acessos de germoplasma do gênero *Arachis* associados ao genoma B do amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. 2009. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

EMBRAPA. **Balanco Social da Embrapa 2019**. Disponível em: <https://bs.sede.embrapa.br/2019/balancosocialeembrapa2019print.pdf>. Acesso em: 2 set. 2020.

FÁVERO, A. P. **Cruzabilidade entre espécies silvestres de *Arachis* visando à introgressão de genes de resistência a doenças do amendoim cultivado**. 2004. 165 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FERREIRA, J.; CUNHA, M. O. da; ASSIS, G. M. L. de; CAMPOS, T. de. Certificação molecular de hibridação intraespecífica em amendoim forrageiro por meio de marcadores SSRs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. 4 p.

FIALHO, C. A. **Características morfogênicas e estruturais de amendoim forrageiro (*Arachis pinto* krapovickas & Gregory cv. Belmonte) submetido a intensidades de pastejo sob lotação contínua**. 2015. 122 f. Tese (Doutorado

em Ciências: Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FONSECA, F. C. de A. **História evolutiva de um Retrotransposon-LTR nos dois genomas componentes do amendoim**. 2007. 119 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Molecular) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

GREGORY, M. P.; GREGORY, W. C. Exotic germ plasm of *Arachis* L. interspecific hybrids. **Journal of Heredity**, v. 70, p. 185-193, 1979.

HEPP, D.; NONOHAY, J. S. de. A importância das técnicas e análises de DNA. **Scientia Tec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v. 3, n. 2, p. 114-124, jun./dez. 2016.

HOISINGTON, D.; KHAIRALLAH, M.; GONZÁLEZ-DE-LEÓN, D. **Laboratory protocols: CIMMYT applied molecular genetics laboratory**. 2. ed. Mexico, DF: CIMMYT, 1994. p. 2-10.

KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, W. C. Taxonomia del genero *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, v. 8, n. 1/4, p. 1-186, 1994.

LIMA, J. A. de; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTANA, R. A. V. **Amendoim forrageiro (*Arachis pintoï* Krav. & Gregory)**. Lavras: Editora UFLA, 2003. p. 11-19. (Ufla. Boletim de extensão).

OLIVEIRA, J. C. de. **Taxa de cruzamento e diversidade genética em *Arachis pintoï* com marcador microssatélite**. 2015. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

OLIVEIRA, J. C. de; RUFINO, P. B.; AZÊVEDO, H. S. F. da S.; SOUSA, A. C. B. de; ASSIS, G. M. L. de; SILVA, L. M. da; SEBBENN, A. M.; CAMPOS, T. de. 2019. Inferring mating system parameters in forage peanut, *Arachis pintoï*, for Brazilian Amazon conditions. **Acta Amazonica**, v. 49, n. 4, p. 277-282, 2019.

REALPECUARIA. Sementes de pastagens e gramados. **Amendoim forrageiro (*Arachis pintoï* – cv. amarillo)**. 2020. Disponível em: [http://www.realpecuaria.com.br/detalhes-do-produto?id=29&produto=amendoim%20forrageiro%20\(Arachis%20pintoï%20-cv.%20amarillo\)](http://www.realpecuaria.com.br/detalhes-do-produto?id=29&produto=amendoim%20forrageiro%20(Arachis%20pintoï%20-cv.%20amarillo)). Acesso em: 23 set. 2020.

RINCÓN, C. A.; CUESTA, M. P. A.; PÉREZ, B. R.; LASCANO, C. E.; FERGUNSON, J. **Maní forrajero perenne *Arachis pintoï* Krapovickas y Gregory)**: una alternativa para ganaderos e agricultores. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario, 1992. p. 1-2. (ICA. Boletín técnico, 219).

SILVA, S. da C. **Caracterização citogenética, molecular e morfológica de acessos do gênero *Arachis* com ênfase na seção *Heteranthae***. 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Melhoramento Genético de Plantas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SIMPSON, C. E. Use of wild species / introgression of genes into *A. hypogaea* L. **Peanut Science**, v. 28, p. 114-116, 2001.

SORIANO, L. **Hibridação somática visando à produção de genitores tetraplóides para o melhoramento de cultivares copa de citros**. 2010. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VALENTIM, J. F.; ASSIS, G. M. L.; SÁ, C. P. Produção de sementes de amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*) no Acre, **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 4, n. 8, p. 191-193, 2009.

WEILER, R. L.; BRUGNARA, E. C.; BASTIANEL, M.; MACHADO, M. A.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; SOUZA, P. V. D. de; SCHWARZ, S. F. Teste de paternidade e avaliações agrônômicas de possíveis híbridos de tangerineira 'SUNKI'. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 6, p. 429-435, 2009.

WÜST, C.; TAGLIANI, N.; CONCATO, A. C. A pecuária e sua influência impactante ao meio ambiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IBEAS, 2015. p. 1-5.

ZHUANG, W.; CHEN, H.; VARSHNEY, R. K. O genoma do amendoim cultivado fornece informações sobre os cariótipos das leguminosas, a evolução poliplóide e a domesticação da cultura. **Nature Genetics**, v. 51, p. 865-876, 2019.

Qualidade Oocitária e Nível de Maturação de Embriões Nelore na Taxa de Gestação no Acre

Antônia Kaylyanne Pinheiro¹, José Marques Carneiro Junior², Francisco Aloísio Cavalcante³, Jean Paulo Gotelip Cabral⁴ e Helton Aparecido Garcia Gregianini⁵

¹Bióloga, doutoranda em Sanidade e Produção Animal, Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental, Rio Branco, AC.

²Zootecnista, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Médico-veterinário, mestre em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Graduando de Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁵Médico-veterinário, mestre em Sanidade e Produção Animal, Rio Branco, AC.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros de produção de oócitos, embriões e gestação em doadoras Nelore do Acre. Foram utilizados dados de dez fazendas entre 2015 e 2018, da empresa In Vitro Acre. Os oócitos foram coletados, por meio da técnica de aspiração transvaginal, e conduzidos a laboratório para maturação, fertilização e cultivo in vitro. Foi realizada estatística descritiva da produção de oócitos e embriões, utilizando o PROC MEANS e teste exato de Fisher no SAS. As proporções de oócitos para grau I, II, III e IV foram 4%, 12,34%, 61,03% e 22,63%, respectivamente. As proporções de embriões produzidos de acordo com o estágio de maturação foram: 462 (4,95%) mórula, 2.416 (21,47%) blastocisto inicial, 2.782 (24,62%) blastocisto, 5.624 (47,40%) blastocisto expandido, 185 (1,46%) blastocisto em eclosão e 8 (0,08%) blastocisto eclodido. Observou-se predominância do nível de maturação de blastocisto expandido, que conduziu às maiores taxas de gestação ($p < 0,05$). Concluiu-se que: a) há variabilidade da qualidade oocitária, dos níveis de maturação de embriões e das taxas de gestação, semelhante às observadas na literatura, demonstrando consolidação da técnica no Acre; b) o nível de maturação de blastocisto expandido foi predominante conduzindo às maiores taxas de gestação.

Termos para indexação: bovinos, doadora, produção in vitro de embriões.

Introdução

A pecuária de corte faz parte dos principais segmentos de produção econômica do Brasil, representado 8,5% do produto interno bruto (PIB) e 31% do PIB do setor do agronegócio brasileiro (Associação Brasileira de Indústrias Exportadoras de Carnes, 2019). O aumento da produtividade da pecuária nacional está relacionado à crescente inserção de tecnologias associadas ao manejo, nutrição e sanidade, ao uso de biotecnologias reprodutivas, que visam melhorar a eficiência na reprodução de animais de genética superior, encurtando o intervalo de gerações, resultando em benefícios econômicos ao produtor. As principais biotecnologias reprodutivas utilizadas são inseminação artificial em tempo fixo e produção in vitro de embriões. Dentre essas biotecnologias reprodutivas, a produção in vitro de embriões se destaca por proporcionar a disseminação genética de doadoras e reprodutores de alto padrão genético em curto período de tempo (Rodrigues; Rodrigues, 2009).

Contudo, a produção in vitro de embriões (Pive) é um processo longo que envolve várias etapas e sua eficiência é relativamente baixa quando comparada à produção in vivo. Na produção in vivo, 85% dos oócitos ovulados se desenvolvem até o embrião, enquanto na Pive apenas 30% se tornam embriões transferíveis (Mello et al., 2016; Rauber et al., 2003). A eficiência do uso comercial da Pive, em larga escala, está relacionada a melhorias nos protocolos laboratoriais, à redução de custos e ao aumento da produção de embriões. Vários fatores que interferem na eficiência da Pive, dentre eles a qualidade intracelular e a quantidade de células do *cumulus oophorus* presentes nos oócitos,

além do nível de maturidade dos embriões desenvolvidos (Rumpf, 2007). Nesse sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de oócitos aspirados e a influência do nível de maturidade dos embriões na taxa de gestação em bovinos da raça Nelore no Acre.

Material e métodos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso dos Animais da Universidade Federal do Acre (CEUA/Ufac nº 23107.028606/2018-54). Foram utilizados dados da produção de oócitos, embriões e gestações de animais da raça Nelore em dez fazendas no Acre nos anos de 2015 a 2018, fornecidos pela empresa In Vitro Acre. Durante esse período de avaliação, os dados resultaram em um total de 31.131 oócitos viáveis, 11.477 embriões e 3.527 gestações.

Os oócitos foram coletados de doadoras, por meio da técnica de aspiração folicular por via transvaginal guiada por ultrassonografia (ovum pick-up – OPU), e classificados em quatro graus de acordo com a qualidade intracelular e a quantidade de células do *cumulus oophorus*, conforme Gonçalves et al. (2008):

- a) Grau I – os oócitos apresentavam células do *cumulus* compactas, com mais de três camadas e possuíam ooplasma granulado, preenchendo a zona pelúcida.
- b) Grau II – os oócitos apresentavam células do *cumulus* compactas, com menos de três camadas e possuíam ooplasma com granulações distribuídas heterogeneamente.
- c) Grau III – os oócitos apresentavam células do *cumulus* expandidas e o ooplasma encontrava-se contraído com espaço entre a membrana celular e a zona pelúcida.
- d) Grau IV – os oócitos estavam totalmente descobertos ou parte deles, pelas células do *cumulus*, e o citoplasma possuía cor e granulações anormais.

Ao chegarem ao laboratório os oócitos foram maturados e fertilizados, sendo então cultivados. A classificação das estruturas coletadas foi realizada quanto ao estágio de desenvolvimento, conforme manual da Sociedade Internacional de Embriões (Robertson; Nelson, 1999), com exceção do estágio de blastocisto em eclosão (BN) que é metodologia do próprio laboratório.

- a) Mórula (MO) – estrutura com blastômeros ainda evidentes.
- b) Blastocisto inicial (BI) – estrutura que dá início a uma pequena cavidade denominada blastocele.
- c) Blastocisto (BL) – estrutura em que o blastocele aumenta de tamanho e ocupa a maior parte da zona pelúcida.
- d) Blastocisto expandido (BX) – a estrutura do blastocele aumenta de tamanho e ocorre uma redução na espessura da zona pelúcida.
- e) Blastocisto em eclosão (BN) – estrutura em início de rompimento da zona pelúcida.
- f) Blastocisto eclodido (BE) – estrutura com zona pelúcida rompida e embrião em contato direto com os tecidos maternos.

Após esse processo, iniciou-se a fase de inovulação a campo nas receptoras previamente selecionadas para receber o embrião.

Foi realizada análise estatística descritiva das variáveis de produção de oócitos e embriões, utilizando o programa estatístico Statistical Analysis System (SAS Institute, 2002) por meio do procedimento PROC MEANS. Foi aplicado também teste exato de Fisher para verificação do efeito da qualidade embrionária na taxa de gestação das receptoras. Foram avaliadas: a) variáveis de oócitos: oócitos de grau I, II, III e IV; b) variáveis de embriões: mórula (MO), blastocisto inicial (BI), blastocisto (BL), blastocisto expandido (BX), blastocisto em eclosão (BN) e blastocisto eclodido (BE).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão descritas as médias, os respectivos desvios-padrões, valores mínimos e máximos e os percentuais de produção de oócitos de acordo com a qualidade morfológica entre os anos de 2015 a 2018.

Tabela 1. Médias ($\bar{X}$), desvios-padrões (DP), valores mínimos (mín.), valores máximos (máx.) e percentuais (%) de produção de oócitos de acordo com a qualidade morfológica.

Variável	$\bar{X}$	DP	Mín.	Máx.	%
Grau I	1,33	2,64	0	40	4,00
Grau II	3,81	4,32	0	43	12,34
Grau III	18,44	13,03	0	93	61,03
Grau IV	6,47	5,82	0	70	22,63

A produção total de oócitos viáveis para grau I foi de 1.554 (4%); grau II, 4.456 (12,34%); grau III, 21.559 (61,03%); e grau IV, 7.562 (22,63%). Observou-se grande variabilidade na Pive para produção de oócitos, apesar disso, esses resultados são condizentes com os obtidos na literatura, demonstrando que a técnica está consolidada no Acre.

Na Tabela 2 estão descritas as médias e os respectivos desvios-padrões, valores mínimos, valores máximos e percentuais de produção de embriões, de acordo com o estágio embrionário, entre os anos de 2015 a 2018.

Tabela 2. Médias ($\bar{X}$) e os respectivos desvios-padrões (DP), valores mínimos (mín.), valores máximos (máx.) e percentuais (%) de produção de embriões, de acordo com o estágio embrionário, entre os anos de 2015 a 2018.

Variável	$\bar{X}$	DP	Mín.	Máx.	%
Mórula (MO)	0,40	1,30	0	18	4,95
Blastocisto inicial (BI)	2,07	2,95	0	33	21,47
Blastocisto (BL)	2,38	3,09	0	26	24,62
Blastocisto expandido (BX)	4,81	5,53	0	60	47,40
Blastocisto em eclosão (BN)	0,16	0,96	0	13	1,46
Blastocisto eclodido (BE)	0,01	0,11	0	04	0,08

As proporções de embriões produzidos de acordo com o estágio de desenvolvimento foram: 462 (4,95%) mórula (MO), 2.416 (21,47%) blastocisto inicial (BI), 2.782 (24,62%) blastocisto (BL), 5.624 (47,40%) blastocisto expandido (BX), 185 (1,46%) blastocisto em eclosão (BN) e 8 (0,08%) blastocisto eclodido (BE). Observa-se a predominância de estágio de desenvolvimento embrionário de BX, semelhante aos encontrados na literatura em raça Zebuína e condizente com a fisiologia do animal.

Fonseca et al. (2001), ao avaliar o estágio de desenvolvimento de embriões coletados a partir de processos superovulatórios em Zebuínos, encontraram tendência de embriões em estágio de blastocistos. Os resultados observados para MO, BI, BL, BX e BE foram 3,7%, 16,3%, 37%, 42,2% e 0,7%, respectivamente. Da mesma forma, Neto et al. (2000), avaliando o desempenho em doadoras da raça Nelore, obtiveram resultados para MO, BI, BL e BX com valor de 20%, 41,2%, 28,94% e 2,69%, respectivamente.

Considerando os estádios de desenvolvimento do embrião, as porcentagens de gestação foram: 111 (26,98%) para MO, 474 (37,64%) para BI, 601 (37,44%) para BL, 825 (40,39%) para BX, 30 (35,56%) para BN e 5 (76,67%) para BE (Figura 1).

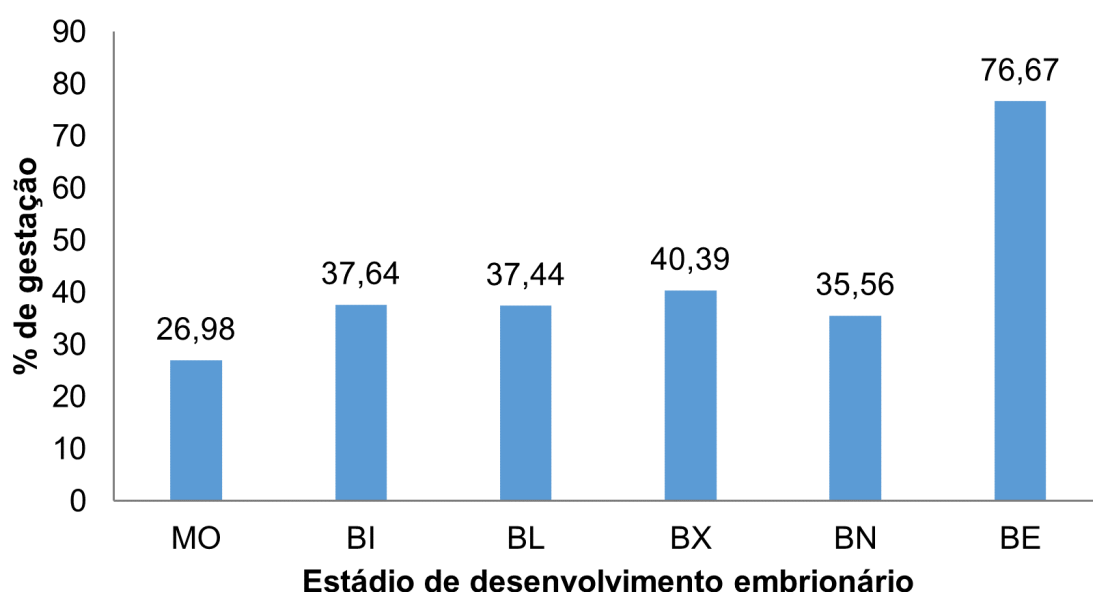


Figura 1. Porcentagem de gestação a partir de embriões transferidos de acordo com o estágio de desenvolvimento embrionário: mórula (MO), blastocisto inicial (BI), blastocisto (BL), blastocisto expandido (BX), blastocisto em eclosão (BN) e blastocisto eclodido (BE).

O tipo de desenvolvimento do embrião que apresentou melhor taxa de gestação foi o BE, com 76,67%, superior ao observado por Scanavez et al. (2013) de 47,1%. Segundo Jainudeen et al. (2004), estádios de desenvolvimento muito precoces ou tardios são afetados negativamente e resultam em baixos índices de gestação. Não é possível afirmar que o tipo de desenvolvimento de embrião BE conduza a uma maior porcentagem de conversão, pois o número de embriões para esse estágio foi baixo em comparação com os demais. Logo, esse resultado pode ter ocorrido por efeito estocástico.

Foram observadas taxas similares nas porcentagens de gestação para BI, BL, BX e BN. Entretanto, verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) pelo teste exato de Fisher, indicando que o estágio BX conduz a melhores taxas de gestação. Veloso Neto et al. (2014), quando analisaram taxa de gestação de acordo com o grau de desenvolvimento, observaram resultados para estádios iniciais (MO/BI) de 25% e para estádios avançados (BL/BX) de 57,14%. Da mesma forma, Scanavez et al. (2013) obtiveram taxa de gestação para estádios iniciais (MO/BI) de 50,6% e para estádios avançados (BL/BX) de 59,3%.

O estágio de desenvolvimento embrionário que apresentou menor taxa de gestação foi o MO ($p < 0,05$). Resultados semelhantes foram observados por outros autores (Neto et al., 2000; Fonseca et al., 2001; Pacheco et al., 2017). Segundo Pacheco et al. (2017), o estágio MO se encontra em desenvolvimento precoce quando comparado aos demais e sofre influência negativa, conduzindo a menores taxas de gestação em relação a estádios embrionários avançados.

Conclusões

Há variabilidade na Pive quanto à qualidade oocitária, níveis de maturação de embriões e taxas de gestação, semelhante às observadas na literatura, demonstrando a consolidação da técnica no Acre.

Em relação ao estágio de desenvolvimento do embrião há predominância de blastocisto expandido (BX), o qual conduz a maiores taxas de gestação.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Beef report**: perfil da pecuária no Brasil 2019. São Paulo, 2019. 49 p.
- FONSECA, J. F.; SILVA FILHO, J. M.; PINTO NETO, A.; PALHARES, M. S. Estádios de desenvolvimento embrionário de vacas zebuínas superovuladas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n. 6, p. 671-676, 2001.
- GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FREITAS, V. J. F. **Biotécnicas aplicadas à reprodução animal**: transferência e criopreservação de embriões bovinos. 2. ed. São Paulo: Roca, 2008. p. 201-239.
- JAINUDEEN, M. R.; WAHID, H.; HAFEZ, E. S. E. Indução da ovulação, produção e transferência de embriões In: HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. São Paulo: Manole, 2004.
- MELLO, R. R. C.; FERREIRA, J. E.; SOUSA, S. L. G.; MELLO, M. R. B.; PALHANO, H. B. Produção in vitro (PIV) de embriões em bovinos. **Revista Brasileira Animal**, v. 40, n. 2, p. 58-64, abr./jun. 2016.
- NETO, A. P.; SILVA FILHO, J. M.; FONSECA, J. F.; MOTA, M. F.; BELISÁRIO, H.; PARDINI, W. S.; ALVIM, M. T. T. Desempenho de vacas doadoras da raça Nelore em programa de transferência de embriões. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 3, n. 2, p. 167-173, ago./dez. 2000.
- PACHECO, S. L.; HOPPEN, A. R.; SOUZA, F. de S. Comparação da taxa de prenhez conforme o estágio de desenvolvimento de embriões produzidos in vitro e transferidos em bovinos de corte e leite. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 2, 2017.
- RAUBER, L. P.; ALVES, D. F.; FIGUEIRÓ, G. M.; BRUN, D. S.; HILGERT, T. F.; BERNARDI, M. L.; SILVA, C. A. M.; RUBIN, M. I. B. Desenvolvimento embrionário de oócitos bovinos mantidos em fluido folicular bovino de folículos de diferentes diâmetros. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n. 3, p. 169-177, 2003.
- ROBERTSON, I.; NELSON, R. E. Certificação e identificação de embriões. In: STRINGFELLOW, D. A.; SEIDEL, S. M. (Ed.). **Manual da Sociedade Internacional de Transferência de Embriões**: um guia de procedimento e informação geral para uso da tecnologia de transferência de embriões, enfatizando precauções sanitárias. 3. ed. [Uberlândia]: Sociedade Brasileira de Transferência de Embriões, 1999. p. 109-123.
- RODRIGUES, J. L.; RODRIGUES, B. A. Evolução da biotecnologia da reprodução no Brasil e seu papel no melhoramento genético. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 428-436, 2009.

RUMPF, R. Avanços metodológicos na produção in vitro de embriões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 229-233, 2007. Suplemento.

SAS INSTITUTE. **User's guide**. Cary, NC, 2002. 525 p.

SCANAVEZ, A. L.; CAMPOS, C. C.; SANTOS, R. M. Taxa de prenhez e de perda de gestação em receptoras de embriões bovinos produzidos in vitro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 3, p. 722-728, 2013.

VELOSO NETO, H. F.; SILVA, J. C. F.; PEREIRA, L. C.; ANDRADE, J. C. O.; MOURA, M. T.; BARTOLOMEU, C. C.; LIMA, P. F.; OLIVEIRA, M. A. L. Parâmetros que afetam a taxa de prenhez de receptoras bovinas de embriões produzidos in vitro. **Medicina Veterinária**, v. 8, n. 3, p. 31-35, 2014.

Efeito de Touro e Sexagem de Sêmen na Produção in vitro de Embriões no Acre

Antônia Kaylyanne Pinheiro¹, José Marques Carneiro Junior², Francisco Aloísio Cavalcante³, Jean Paulo Gotelip Cabral⁴ e Helton Aparecido Garcia Gregianini⁵

¹Bióloga, doutoranda em Sanidade e Produção Animal, Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental, Rio Branco, AC.

²Zootecnista, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Médico-veterinário, mestre em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Graduando de Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁵Médico-veterinário, mestre em Sanidade e Produção Animal, Rio Branco, AC.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de touro e tipo de sêmen na produção in vitro de embriões (Pive). Foram utilizados dados de aspiração folicular seguida de Pive de dez fazendas entre 2015 e 2018. Foram analisadas as seguintes variáveis: total de embriões clivados, total de embriões produzidos e total de gestação. Foi realizada análise estatística descritiva para obtenção de médias e desvios-padrões. Utilizou-se o método de quadrados mínimos generalizados pelo PROC GLM do SAS para análise dos efeitos fixos de touro e tipo de sêmen (sexado/convencional). Verificou-se efeito significativo de touro para todas as variáveis avaliadas ($p < 0,05$), indicando que alguns touros proporcionam melhor eficiência em relação a outros. Houve efeito significativo para tipo de sêmen em todas as variáveis avaliadas ($p < 0,05$), evidenciando melhor eficiência do sêmen convencional, com média de 20,88 embriões clivados, em relação ao sêmen sexado, com média de 13,82. Conclui-se que existe efeito individual de touro na Pive, indicando que há variabilidade genética e que alguns touros proporcionam melhor eficiência em relação a outros. Também houve efeito de tipo de sêmen, sendo o convencional mais eficiente em relação ao sêmen sexado.

Termos para indexação: bovinos de corte, Nelore, Pive.

Introdução

A utilização de biotecnologias de reprodução animal são importantes ferramentas que potencializam o avanço genético dos rebanhos e consequentemente geram impacto nos índices zootécnico e econômico. Dentre essas biotecnologias destaca-se a produção in vitro de embriões (Pive).

A Pive é uma biotecnologia que vem sendo altamente utilizada para aumentar a eficiência reprodutiva e promover o melhoramento genético do rebanho (Serafim et al., 2018). Uma das etapas determinantes para eficiência no processo de produção in vitro de embriões é a taxa de conversão de oócitos em embriões. Dentre os fatores determinantes do sucesso dessa etapa, a preparação e a manipulação do sêmen, necessárias no processo de sexagem, e o touro exercem influência na qualidade do sêmen e consequentemente na Pive.

Os touros são os maiores responsáveis pelo progresso genético devido ao intenso trabalho de seleção ao longo dos anos. Contudo, quando são submetidos à fertilização in vitro, observa-se variação individual relacionada à fertilidade do animal, com alguns touros apresentando melhores taxas de conversão de embriões em relação a outros (Simões et al., 2014).

Outro fator bastante expressivo na taxa de conversão de oócitos em embriões é o uso de sêmen sexado, por citometria de fluxo, que vem sendo bastante utilizado concomitante com a Pive, visando gerar bezerros machos ou fêmeas, de acordo com a preferência do produtor e as exigências econômicas do mercado. Estudos realizados demonstram diferenças nas taxas de embriões

produzidos entre sêmen sexado e convencional. Mesmo que o sêmen sexado possua boa fertilidade, quando submetido ao processo de classificação, é exposto a produtos químicos, resultando em danos aos espermatozoides e gerando desvantagens em relação ao sêmen convencional (Carvalho et al., 2010). Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito individual do touro e tipo de sêmen sexado ou convencional na Pive.

Material e métodos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso dos Animais da Universidade Federal do Acre (CEUA/Ufac nº 23107.028606/2018-54) e desenvolvido por meio de dados de produção in vitro de embriões fornecidos pela empresa In Vitro Acre. Os dados referem-se a sessões de OPU (ovum pick-up), em doadoras Nelore, realizadas em dez fazendas no Acre entre o período de 2015 a 2018.

Foram analisadas as seguintes variáveis: total de embriões clivados, total de embriões produzidos e total de gestação. Para a variável total de embriões clivados foi considerado o total de embriões clivados em relação aos oócitos viáveis; para a variável total de embriões foi considerado o total de embriões produzidos em relação aos embriões clivados; e para a variável total de gestação foi considerado o total de gestação em relação aos embriões produzidos.

Foi realizada análise estatística descritiva para obtenção de médias e desvios-padrões. Em seguida, utilizou-se o método de quadrados mínimos generalizados, por meio do procedimento PROC GLM do programa Statistical Analysis System (SAS Institute, 2002), com o intuito de verificar a significância dos seguintes efeitos fixos:

- a) Efeito individual do touro – avaliado em relação à produção de embriões viáveis.
- b) Tipo de sêmen – para avaliação foram considerados dois tipos de sêmen, tipo 1 (sêmen sexado) e tipo 2 (sêmen convencional).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão descritos o número de touros, quantidade de aspiração folicular, média geral e respectivos desvios-padrões para as variáveis: total de embriões clivados por aspiração/vaca, total de embriões produzidos por aspiração/vaca e total de gestação por aspiração/vaca, de acordo com a produção individual do touro.

Os resultados obtidos neste trabalho indicaram que houve diferença significativa para efeito de touro em todas as variáveis avaliadas ($p < 0,05$), demonstrando que há variabilidade genética e que alguns touros proporcionam melhor eficiência em relação a outros.

Tabela 1. Número de touros, quantidade de aspiração folicular, médias ($\bar{X}$) e desvios-padrões (DP), para total de embriões clivados por aspiração/vaca, total de embriões produzidos por aspiração/vaca e total de gestação por aspiração/vaca, de acordo com a produção individual do touro.

Número de touros	Quantidade de aspiração folicular	Total de embriões clivados	Total de embriões produzidos	Total de gestação	PR > F
		$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	
70	1.291	19,71 $\pm$ 14,67	8,89 $\pm$ 7,85	8,89 $\pm$ 7,85	<0,0001*

*Diferença significativa a 5% de probabilidade.

O efeito de touro também foi encontrado por Watanabe e Oliveira Filho (2000) que, ao comparar a Pive bovinos utilizando sêmen de touros de três grupos genéticos, constataram diferença significativa entre touros e entre grupos genéticos nas taxas de clivagem. Da mesma forma, Zhang et al. (2003) demonstraram variação entre touros nas taxas de clivagem e no desenvolvimento dos embriões produzidos in vitro.

De acordo com Coelho et al. (1998), as taxas de desenvolvimento embrionário diferiram entre os reprodutores. Essas diferenças são manifestadas, tanto na capacidade fecundante como na competência de desenvolvimento do embrião. Alguns trabalhos apontam que a variação nos índices reprodutivos de diferentes touros está associada à sensibilidade dos espermatozoides produzidos, destacando a importância de seleção de touros que produzem amostras espermáticas mais resistentes para o programa de Pive (Jelonschek et al., 2018; Araujo et al., 2013).

Na Tabela 2 estão descritos o tipo de sêmen, quantidade de aspiração folicular, médias e respectivos desvios-padrões para as variáveis: total de embriões clivados por aspiração/vaca, total de embriões produzidos por aspiração/vaca e total de gestação por aspiração/vaca, de acordo com o tipo de sêmen (sexado ou convencional).

Tabela 2. Tipo de sêmen, quantidade de aspiração folicular (OPU), médias ($\bar{X}$) e desvios-padrões (DP) de total de embriões clivados por aspiração/vaca, total de embriões produzidos por aspiração/vaca e total de gestação por aspiração/vaca, de acordo com o tipo de sêmen.

Tipo de sêmen	Quantidade de aspiração folicular	Total de embriões clivados	Total de embriões produzidos	Total de prenhez
		$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$
Sexado	230	13,82 $\pm$ 12,32	6,56 $\pm$ 6,81	1,86 $\pm$ 2,63
Convencional	1.054	20,88 $\pm$ 14,79	9,35 $\pm$ 8,38	2,95 $\pm$ 3,72
PR > F		<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*

*Diferença significativa a 5% de probabilidade.

É possível observar efeito significativo para tipo de sêmen em todas as variáveis avaliadas ($p < 0,05$), evidenciando melhor eficiência do sêmen convencional, com média de 20,88 embriões clivados, em relação ao sêmen sexado, com média de 13,82 embriões clivados. O uso do sêmen convencional aumentou aproximadamente 59% de produção de gestação comparado ao sêmen sexado.

A diferença entre o sêmen sexado e o convencional pode estar relacionada ao processo de sexagem, no qual os espermatozoides são expostos a estresse químico e físico, diminuindo a sua capacidade de fertilização (Araujo et al., 2013).

O efeito do tipo de sêmen também foi observado por Nascimento et al. (2015) que, ao comparar sêmen sexado e convencional, verificaram que os resultados diferiram entre os tipos de sêmen para produção de blastocisto, com taxa de 31,06% para sêmen convencional e 21,10% para sêmen sexado. Da mesma forma, Mello et al. (2016) encontraram efeito de tipo de sêmen para as taxas de clivagem e blastocistos. O sêmen convencional conduziu a melhores resultados de taxa de clivagem e blastocisto (58,89% e 76,42%), em relação ao sêmen sexado (27,50% e 23,13%).

Blondin et al. (2009), ao avaliar os parâmetros do sêmen bovino e determinar as melhores condições de fertilização in vitro (FIV) para produzir porcentagem máxima de blastocistos, verificaram diferença significativa para efeito de sêmen nas taxas de blastocistos. O sêmen convencional conduziu a maiores taxas de blastocistos (22,2%) em relação ao sêmen sexado (10,6%).

Serafim et al. (2018), ao avaliar a influência do touro doador de sêmen sexado na taxa de formação de blastocistos e resultados de concepção de embriões produzidos in vitro, verificaram que no processo de sexagem alguns touros são mais sensíveis e respondem menos que outros.

Conclusões

O presente estudo demonstrou que existe efeito individual de touro na Pive, indicando que há variabilidade genética e que alguns touros proporcionam melhor eficiência em relação a outros.

O tipo de sêmen influencia na taxa de conversão de oócitos em embriões, e o sêmen convencional apresenta melhor eficiência em relação ao sêmen sexado.

Referências

- ARAUJO, M. S.; VOLPATO, R.; LOPES, M. D. Produção de embriões bovinos in vitro com sêmen sexado. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 11, n. 3, p. 8-15, 2013.
- BLONDIN, P.; BEAULIEU, M.; FOURNIER, V.; MORIN, N.; CRAWFORD, L.; MADAN, P.; KING, W. A. Analysis of bovine sexed sperm for ivf from sorting to the embryo. **Theriogenology**, v. 71, n. 1, p. 30-38, 2009.
- CARVALHO, J. O.; SARTORI, R.; MACHADO, G. M.; MOURÃO, G. B.; DODE, M. A. Quality assessment of bovine cryopreserved sperm after sexing by flow cytometry and their use in vitro embryo production. **Theriogenology**, v. 74, p. 1521-1530, 2010.
- COELHO, L. A.; ESPER, C. R.; GARCIA, J. M.; VANTINI, R.; SILVA FILHO, I. R.; ALMEIDA JUNIOR, I. L. Avaliação das condições de maturação oocitária e do efeito do reprodutor na produção in vitro de embriões bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research Animal Science**, v. 35, n. 3, p. 120-122, 1998.
- JELONSCHEK, J. P.; PINTO NETO, A.; OLIVEIRA, W.; MOTA, M. F.; BECHER, B. G. Fatores que afetam a taxa de gestação de receptoras de embriões produzidos in vitro: revisão de literatura. **Scientific Electronic Archives**, v. 11, n. 6, p. 173-179, dez. 2018.
- 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.
- NASCIMENTO, P. S.; CHAVES, M. S.; SANTOS FILHO, A. S.; GUIDO, S. I.; GUERRA, M. M. P.; BARTOLOMEU, C. C. Produção in vitro de embriões utilizando-se sêmen sexado de touros 5/8 Girolando. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 3, p. 358-368, 2015.
- SAS INSTITUTE. **User's guide**. Cary, NC, 2002. 525 p.
- SERAFIM, P. R.; GOMES, G. M.; GOMES, L. P. M.; BORN, J. L. B.; BORGES, M. S.; CRESPIELHO, A. M. Sêmen bovino sexado: a produção in vitro de embriões pode ser influenciada pelo touro doador do material genético? **Revista de Saúde**, v. 9, n. 1, p. 4-8, 2018.
- SIMÕES, R.; SIQUEIRA, A. F. P.; NICHII, M.; VISINTIN, J. A.; ASSUMPÇÃO, M. E. O. D. Qualidade da cromatina espermática e sua implicação no desenvolvimento embrionário inicial de bovinos. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 12, n. 3, p. 18-35, 2014.

WATANABE, Y. F.; OLIVEIRA FILHO, E. B. Efeito de reprodutores, distribuídos em três grupos genéticos, na produção in vitro de embriões bovinos. **ARS Veterinária**, v. 16, n. 1, p. 22-27, 2000.

ZHANG, M.; LU, K. H.; SEIDEL, G. E. Development of bovine embryos after in vitro fertilization of oocytes with flow cytometrically sorted, stained and unsorted sperm from different bulls. **Theriogenology**, v. 60, p. 1657-1663, 2003.

Fatores Extrínsecos e Intrínsecos à Produção Influenciando na Caracterização de Farinha de Mandioca Artesanal

Virgínia de Souza Álvares¹, Daniel Moreira Lambertucci², Joana Maria Leite de Souza³ e Esdras Sivaldo Honorato Santos⁴

¹Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Zootecnista, mestre em Zootecnia, analista da Embrapa Acre, Setor de Gestão de Transferência de Tecnologias no Juruá, Cruzeiro do Sul, AC.

³Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Graduando em Ciências Biológicas pela União Educacional do Norte, Rio Branco, AC.

Resumo – É sabido que as características da farinha de mandioca dependem do modo de fabricação, mas a relação de alguns fatores na sua qualidade não está bem definida. Com a finalidade de verificar a influência de fatores extrínsecos e intrínsecos à produção de farinha de mandioca artesanal nas suas características físico-químicas, amostras foram coletadas em casas de farinha e analisadas quanto à composição centesimal, teor de amido, acidez titulável, pH, atividade de água, cor (L^* , a^* , b^*) e quanto à classificação. Um maior tempo de prensagem proporcionou maior acidez nas farinhas, assim como o teor de proteínas foi alterado em função da variedade utilizada. A classificação depende da conservação da estrutura física da casa de farinha.

Termos para indexação: indicação geográfica, *Manihot esculenta*, Regional do Juruá.

Introdução

A farinha de mandioca tem um grande consumo na região Norte do Brasil. No entanto, devido à baixa padronização do produto pelo processo artesanal de fabricação, sua valorização é baixa (Souza et al., 2008). Em 2017, a farinha de mandioca da Regional do Juruá, no Acre, foi reconhecida pelo Instituto Nacional da Propriedade Intelectual com o selo de indicação geográfica, IG (Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2020). É um reconhecimento que traduz uma cultura e um saber-fazer diferenciado de décadas, com a tipicidade incomparável, preferência da população e renome que atravessou as barreiras do estado. A IG é usada para identificar a origem de produtos ou serviços, quando o local tenha se tornado conhecido ou quando determinada característica ou qualidade se deve a sua origem (Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2020). Contudo, para que o produto vinculado à IG continue com o renome, é necessário que a sua qualidade seja mantida.

Sabe-se que o modo de fabricação tem grande influência na qualidade da farinha produzida (Álvares et al., 2016), mas não está bem definido se alguns fatores afetam essa qualidade. Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência de fatores extrínsecos e intrínsecos à produção de farinha de mandioca artesanal nas suas características físico-químicas.

Material e métodos

Em cinco diferentes casas de farinha em Cruzeiro do Sul, Acre, foram coletadas 15 amostras de farinha de mandioca recém-produzidas da forma tradicional da região. Antes da coleta, os produtores

foram questionados sobre os fatores que podem eventualmente alterar as características físico-químicas da farinha. As amostras foram transportadas para a Embrapa Acre, em Rio Branco, e avaliadas quanto aos teores de umidade, cinzas, extrato etéreo, proteína total, fibra bruta (AOAC, 2012), teor de amido por polarimetria (European Communities, 1999), acidez total titulável (AOAC, 2012), pH, atividade de água e cor instrumental, analisando os parâmetros L^* (luminosidade), que varia de branco (100) a preto (0), a^* , que varia de verde (a^-) a vermelho (a^+), e b^* , que varia de azul (b^-) a amarelo (b^+). As farinhas foram classificadas, conforme Brasil (2011). Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, com 15 tratamentos e quatro repetições, e submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional Sisvar (Ferreira, 2008).

Resultados e discussão

Os fatores extrínsecos e intrínsecos à produção estão descritos na Tabela 1. Observou-se que as farinhas que obtiveram acidez alta (amostras 30, 53, 54, 55, 57 e 61) (Tabela 2) foram produzidas com elevado tempo de prensagem, de 11 a 16 horas (Tabela 1), e a amostra 49, que teve a acidez mais baixa (Tabela 2), foi produzida com 6 a 10 horas de prensagem (Tabela 1).

Além disso, o produtor realizou a prensagem dessa última amostra majoritariamente em período noturno, o que pode ter contribuído para uma acidez mais baixa na farinha. Ainda, na produção da amostra 57, foram utilizados dois bancos de raízes para formar uma camada na prensa. Esse atraso pode favorecer a fermentação da massa e, conseqüentemente, aumentar a acidez. Como foi a única produção de farinha desse modo, não foi possível reforçar essa hipótese.

Contudo, a literatura afirma que a prensagem é uma das etapas de processamento que mais altera a influência no produto final (Dias; Leonel, 2006; Cereda; Vilpoux, 2010), e a acidez é indicativa do tempo de fermentação da massa de mandioca triturada (Chisté et al., 2007) ou de um atraso na etapa de prensagem (Chisté; Cohen, 2011), ou ainda, pode significar falta de higiene no processo e também ser uma característica de métodos artesanais (Dias; Leonel, 2006). De outro modo, a amostra 62 também teve uma especificidade, uma vez que as raízes foram descascadas no mesmo dia da colheita, o que pode ter favorecido uma acidez mais baixa da farinha. Contudo, são necessárias pesquisas futuras para reforçar essas afirmações, visto ter sido a única amostra produzida dessa forma.

As farinhas com maior acidez tiveram os menores pH, com média de 4,45 (Tabela 2). Todas as farinhas foram caracterizadas como microbiologicamente estáveis por conterem baixa atividade de água. Já a coloração se manteve clara (L elevado), tendendo para o amarelo (característica " b^+ ").

Apenas o teor de amido não se alterou entre as amostras analisadas (Tabela 3). O teor de umidade, embora possa sofrer variação com o processo de produção (Chisté et al., 2006), não teve alteração em função das informações coletadas, estando de acordo com os padrões da legislação brasileira (Brasil, 2011).

Tabela 1. Fatores extrínsecos e intrínsecos à produção de farinha de mandioca questionados aos produtores no momento da coleta das amostras.

Amostra	Fator que pode influenciar as características físico-químicas				Fator que pode influenciar a classificação					
	Variedade	Idade das raízes (meses)	Colheita (em relação à farinha)	Horário da prensagem	Tempo de prensagem (h)	Um banco dá uma camada na prensa ⁽¹⁾	Base do ralador desgastada	Cabo do rodo desgastado	Base do rodo desgastada	Peneira sobre a base de madeira
28	Boa fé	8	Dia anterior	10h30 às 6h dia seguinte	19,5	Sim	Não	Sim	Não	Não
30 e 31	Mansa e brava	10	Dia anterior	18h às 7h dia seguinte	13	Sim	Não	Não	Não	Não
49 e 50	Mansa e brava	12	Dia anterior	15h–19h até 1h dia seguinte	6 a 10	Sim	Não	Não	Não	Não
53 e 54	Pretona	10	Dia anterior	12h–15h até 7h–11h	11 a 16	Sim	Não	Sim	Sim	Não
55	Boa fé	9	Dia anterior	16h até 4h dia seguinte	12,00	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
56	Branquinha	12	Dia anterior	12h às 2h30 dia seguinte	14	Sim	Não	Não	Não	Não
57	Santa Maria	24	Dia anterior	15h às 3h dia seguinte	12	Não (2 bancos = 1 camada)	Não	Não	Não	Não
58, 60 e 61	Caboquinha	12	Dia anterior	15h até 4h dia seguinte	13	Sim	Não	Não	Não	Não
62	Boa fé	11	No mesmo dia	15h até 2h dia seguinte	11	Sim	Não	Não	Não	Não
63	Santa Maria	25	Dia anterior	15h até 4h dia seguinte	13	Sim	Não	Não	Não	Não

⁽¹⁾Quando "sim", toda a massa recém-produzida que está em um banco de trituração é acondicionada em sacos para serem submetidos à prensagem ao mesmo tempo. Quando "não", faz-se uma camada de sacos de massa triturada na prensa e como ainda sobra massa no banco de trituração são confeccionados outros sacos para a camada posterior da prensa. Nesse caso, existe uma descontinuidade e demora no processo, o que pode ser maléfico para a qualidade final do produto.

Tabela 2. Valores médios na caracterização física, físico-química e características de cor de farinhas de mandioca.

Amostra	Acidez (%) [*]	pH [*]	Atividade de água [*]	L [*]	a [*]	b [*]
28	3,09 b	4,19 c	0,29 c	86,18 b	-2,92 b	31,66 a
30	3,39 a	4,39 c	0,37 b	97,00 b	-6,42 d	54,69 a
31	2,84 c	4,58 b	0,27 c	100,00 a	-0,46 a	22,20 b
49	1,98 d	4,88 a	0,44 a	96,86 b	-2,74 b	44,12 a
50	2,58 c	4,84 a	0,37 b	96,46 b	-2,60 b	32,69 a
53	4,03 a	4,38 c	0,11 f	96,32 b	-7,33 e	41,38 a
54	3,50 a	4,32 c	0,11 f	100,00 a	-9,42 g	42,42 a
55	3,44 a	4,34 c	0,09 f	100,00 a	-3,02 b	13,19 b
56	3,08 b	4,39 c	0,23 d	100,00 a	-8,09 f	38,45 a
57	3,67 a	4,33 c	0,13 d	100,00 a	-9,16 g	41,38 a
58	3,14 b	4,17 c	0,29 c	100,00 a	-2,52 b	13,24 b
60	3,14 b	4,17 c	0,22 d	96,55 b	-8,07 f	42,55 a
61	3,51 a	4,33 c	0,16 e	100,00 a	-6,26 d	30,80 a
62	2,82 c	4,62 b	0,26 c	100,00 a	-2,96 b	45,33 a
63	2,32 d	4,89 a	0,27 c	100,00 a	-4,63 c	15,93 b
Média	3,10	4,45	0,24	91,92	-5,11	34,00
CV (%) ⁽¹⁾	4,84 ⁽²⁾	3,29	9,70	5,00	4,77	18,40 ⁽²⁾

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação. ⁽²⁾CV após transformação dos dados em raiz quadrada - SQRT (Y).

*Significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 3. Valores médios da composição centesimal e teor de amido de farinhas de mandioca analisados.

Amostra	Umidade (%) [*]	Cinza (%) [*]	Extrato etéreo (%) [*]	Proteína bruta (%) [*]	Fibra bruta (%) [*]	Teor de amido (%) ^{ns}
28	6,07 c	0,88 c	0,00 b	0,59 f	2,03 a	95,83 a
30	6,53 b	0,97 b	0,97 a	1,00 b	2,09 a	95,83 a
31	5,71 c	0,55 d	0,86 a	1,62 a	1,91 a	95,65 a
49	7,39 a	1,10 a	0,17 b	0,98 b	1,95 a	96,02 a
50	6,83 b	1,06 a	0,00 b	0,94 c	1,39 b	95,83 a
53	3,73 d	1,15 a	0,13 b	0,78 d	2,34 a	95,83 a
54	5,81 c	1,10 a	0,01 b	0,81 d	2,36 a	95,83 a
55	6,04 c	0,99 b	0,67 a	0,92 c	1,81 a	95,83 a
56	7,49 a	1,09 a	0,28 b	0,67 e	1,65 b	96,02 a
57	7,04 b	1,03 b	0,70 a	0,69 e	1,66 b	95,83 a
58	6,89 b	0,83 c	0,00 b	0,86 c	1,36 b	95,47 a
60	6,69 b	0,83 c	0,18 b	0,51 f	1,50 b	95,29 a
61	5,97 c	0,82 c	0,00 b	0,94 c	1,08 b	95,65 a
62	7,46 a	0,85 c	0,00 b	1,08 b	1,39 b	95,47 a
63	6,87 b	1,06 a	0,00 b	0,35 g	1,25 b	95,47 a
Média	6,44	0,96	0,26	0,85	1,72	95,72
CV (%) ⁽¹⁾	5,38	4,77	11,96 ⁽²⁾	6,87	9,023 ⁽³⁾	0,40

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação. ⁽²⁾CV após transformação dos dados em raiz quadrada de Y + 1.0 - SQRT (Y + 1.0). ⁽³⁾CV após transformação dos dados em raiz quadrada - SQRT (Y).

^{ns} e *Não significativo e significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott, respectivamente.

O teor de cinzas pode estar relacionado tanto com as características intrínsecas das raízes (Chisté et al., 2006), quanto com o processo de fabricação. Curiosamente, amostras com maior teor de cinzas, como 53 e 54 (Tabela 3), foram produzidas enquanto o cabo e/ou a base do rodo da secagem estava desgastado (Tabela 1), o que poderia induzir que esse seja um fator de elevação do teor de cinzas. Contudo, nem todas as amostras com maior teor de cinzas estavam com essa situação estrutural e vice-versa. Por outro lado, justamente as amostras classificadas como “fora do tipo” por presença de madeira como matéria estranha (Tabela 4) foram produzidas com esse equipamento desgastado ou, ainda, com o posicionamento da peneira sobre uma base de madeira (Tabela 1), havendo o seu desgaste, com passagem de pedaços de madeira para a farinha peneirada. Assim, percebe-se a importância da conservação da estrutura física do local de produção para manter a qualidade do produto final.

Tabela 4. Classificação das farinhas de mandioca coletadas.

Amostra	Classe	Tipo	Presença de matéria estranha	Acidez	Observação
28	Média	Fora do tipo	Sim	Alta	Presença de madeira
30	Grossa	Tipo 1	Não	Baixa	-
31	Grossa	Tipo 1	Não	Alta	-
49	Média	Desclassificada	Sim	Baixa	Presença de insetos mortos
50	Grossa	Tipo 1	Não	Baixa	-
53	Grossa	Fora do tipo	Sim	Alta	Presença de madeira
54	Média	Fora do tipo	Sim	Alta	Presença de madeira
55	Média	Fora do tipo	Sim	Alta	Presença de madeira
56	Média	Tipo 1	Não	Alta	-
57	Grossa	Tipo 1	Não	Alta	-
58	Grossa	Tipo 1	Não	Alta	-
60	Grossa	Tipo 1	Não	Alta	-
61	Média	Tipo 1	Não	Baixa	-
62	Grossa	Tipo 1	Não	Baixa	-
63	Grossa	Tipo 1	Não	Baixa	-

As farinhas produzidas com a variedade Mansa e Brava obtiveram as maiores médias de proteína (31, 30, 49), bem como a amostra 62, produzida a partir da variedade Boa Fé (Tabela 3). Contudo, a amostra 28, também produzida a partir dessa última, obteve teor de proteína baixo. A amostra 63 teve o menor teor de proteína e, juntamente com a amostra 57, foi produzida a partir da variedade Santa Maria. Chisté et al. (2006) citam que parâmetros como proteínas podem variar devido às características intrínsecas das raízes da mandioca.

O teor de fibra (Tabela 3), ao contrário do que se imaginava, não sofreu alteração em função da variedade ou idade das raízes utilizadas para a fabricação da farinha. Assim, acredita-se que a etapa de peneiração no processo de produção seja crucial para limitar o teor de fibras na farinha. A legislação brasileira preconiza o máximo de 2,3% de fibras nesse produto (Brasil, 2011), valor que foi ultrapassado apenas pelas amostras 53 e 54, únicas produzidas a partir da variedade conhecida como Pretona.

Conclusões

A composição da farinha de mandioca é alterada por mais de um fator, existindo uma relação entre o tempo de prensagem e a acidez, bem como entre a variedade e o teor de proteínas. A manutenção da estrutura física de produção é necessária para uma adequada classificação do produto.

Agradecimento

Os autores agradecem aos produtores de farinha, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica e aos empregados da Embrapa Acre Ailson Luiz Sudan Madruga, Manoel Delson Campos Filho, John Lennon Mesquita Catão e Francisco Álvaro Viana Felisberto pelo auxílio no experimento.

Referências

ÁLVARES, V. S.; MIQUELONI, D. P.; NEGREIROS, J. R. S. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca do Território da Cidadania do Vale do Juruá, Acre. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, p. 113-120, 2016.

AOAC. **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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 214, Seção 1, p. 18-20, 8 nov. 2011.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Metodologia para divulgação de tecnologia para agroindústrias rurais: exemplo do processamento de farinha de mandioca no Maranhão. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 6, p. 219-250, 2010.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOS JÚNIOR, A. G. A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 861-864, 2006.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOS 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, 2007.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. Influência da fermentação na qualidade da farinha de mandioca do grupo d'água. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, p. 279-284, 2011.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 692-700, 2006.

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, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Indicações geográficas**: pedidos de indicação geográfica concedidos e em andamento: última modificação em 22 abr. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas>. Acesso em: 26 abr. 2020.

SOUZA, J. M. L.; NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. S.; LEITE, F. M. N.; SOUSA, M. L.; REIS, F. S.; FELISBERTO, F. A. V. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 907-912, out./dez. 2008.

Características Biométricas de Amêndoas Fermentadas de Cupuaçu Visando à Agroindustrialização

Edmundo Soares de Souza Junior¹, Keiti Roseani Mendes Pereira², Joana Maria Leite de Souza³, Aline Lima de Melo⁴, Matheus Matos do Nascimento⁵ e Adriano Junio Paiva de Magalhães⁶

¹Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheira florestal, doutora em Ciências Ambientais e Florestais, professora da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

³Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Graduanda em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁵Engenheiro-agrônomo, mestrando no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁶Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O fruto do cupuaçu é amplamente utilizado na região Amazônica, principalmente pela extração da polpa, a qual é usada na fabricação de sucos, geleias, dentre outros. Já foi desenvolvida uma tecnologia para utilização de suas amêndoas na obtenção de um produto alimentício equivalente ao chocolate (cupulate). Amêndoas fermentadas e secas de cupuaçu foram caracterizadas quanto às medidas biométricas de comprimento longitudinal (CLA), comprimento transversal (LA), espessura (EA), peso das amêndoas com casca (Pac), peso das cascas (Pc) e peso sem casca (Pa), no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Federal do Acre (PZ/Ufac). Houve diferença significativa para todos os parâmetros analisados. Conclui-se que as amêndoas de cupuaçu fermentadas e secas possuem grandes variações biométricas.

Termos para indexação: agricultura familiar, aproveitamento de resíduos, agregação de valor, *Theobroma grandiflorum*.

Introdução

A produção agroindustrial funciona em paralelo com a produção agrícola e, em geral, tem-se a geração de quantidades consideráveis de resíduos. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), estima-se que a produção mundial de resíduos agroindustriais atinja 1,3 bilhão de toneladas por ano e 1/3 dos alimentos potencialmente destinados ao consumo humano é desperdiçado, seja como resíduos, oriundos do processamento ou como perda na cadeia produtiva (FAO, 2013). O aproveitamento de resíduos agroindustriais se mostra, frente ao desperdício e ao beneficiamento e processamento de alimentos, uma grande oportunidade para o desenvolvimento de subprodutos com valor agregado, bem como para a utilização sustentável desses resíduos (Costa Filho et al., 2017). No entanto, muitos desses resíduos não são caracterizados adequadamente para que sua utilização possa ser uma realidade.

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) é uma planta amazônica que tem conquistado significativa parcela do mercado de polpas de frutas tropicais no Brasil e no mundo (Cohen et al., 2005). Em virtude do crescimento da demanda por esse produto, a indústria de alimentos tem buscado formas para o aproveitamento de suas sementes, ricas em gorduras e proteínas (Cohen et al., 2005). As sementes de cupuaçu apresentam potencial para várias utilidades, dentre elas matéria-prima para a fabricação do cupulate, após passarem por processos adequados de fermentação, secagem e remoção das cascas (Cohen et al., 2005). O cupulate, produto semelhante ao chocolate, é obtido a partir das amêndoas do cupuaçu e foi desenvolvido e patentado na década de 1980 pela Embrapa Amazônia Oriental, localizada no estado do Pará (Braga, 2015).

Um dos gargalos para a utilização das sementes é o fato de possuírem a casca, tegumento ou película mais espessos e aderidos às amêndoas (Cohen et al., 2005). Segundo Santos (2003), sementes de cupuaçu são constituídas por três regiões: tegumento ou envoltório, cotilédones e eixo hipocótilo-radícula, situado na base da semente e unido aos dois cotilédones. A casca (tegumento), por estar aderida ao cotilédone, apresenta bastante dificuldade de remoção, diferente do que ocorre com a amêndoa de cacau, pela existência de espaço entre as duas estruturas. O mercado do cupuaçu vem se ampliando, na medida em que o produto penetra em outras regiões que não a de sua origem. Como produto novo, praticamente desconhecido fora da Amazônia, tem condições de consolidar um amplo mercado a depender, dentre outros fatores, da sua confiabilidade, higiene e garantia de oferta. São necessárias também outras medidas como organização, competência e agressividade por parte do segmento produtivo (Santos et al., 2018a).

O estudo biométrico de sementes e frutos permite obter, entre outras informações, a base para a conservação e exploração dos recursos de valor econômico, sendo considerado um incremento contínuo da busca racional e uso eficaz dos frutos, importantes instrumentos para detectar a variabilidade dentro de uma mesma população ou entre populações de uma mesma espécie (Gusmão et al., 2006). Outro aspecto é que características como a massa e tamanho dos frutos e das sementes permitem diferenciar a formação de lotes mais homogêneos, possibilitando a uniformidade e o aprimoramento da emergência e vigor das sementes (Andrade et al., 1996; Carvalho; Nakagawa, 2000). Além disso, podem-se obter informações da estimativa produtiva e dos rendimentos potenciais da fruta, por intermédio dos dados biométricos, que fornecem esclarecimentos básicos para qualquer atividade, cujo objetivo seja a preservação e uso sustentável das espécies frutíferas (Rivas; Barilano, 2004), podendo contribuir para o desenvolvimento de tecnologias que permitam seu melhor aproveitamento, como, por exemplo, o descascamento das amêndoas. Na literatura não foram encontrados dados biométricos referentes às amêndoas de cupuaçu fermentadas e secas. Isso constitui um problema quando se tem em mente o aproveitamento agroindustrial dessa matriz com grande potencial.

Muitos estudos foram voltados para as amêndoas de cupuaçu. Considerando-se a busca crescente por fontes vegetais como alternativas de novos ingredientes para a indústria alimentícia, com este trabalho objetivou-se, por meio da caracterização biométrica, contribuir no desenvolvimento de tecnologia para sua despelículação e posterior utilização pelas indústrias alimentícia e de cosméticos.

Material e métodos

As amostras foram obtidas no projeto Reca (Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado), localizado em Nova Califórnia e Extrema, estado de Rondônia, a partir de diferentes lotes de amêndoas fermentadas e secas de cupuaçu, das safras de 2016, 2017 e 2018, todas entre os meses de fevereiro e maio. Cada lote correspondia a 100 kg de amêndoas e o delineamento utilizado foi uma amostragem aleatória simples, sendo selecionadas de cada lote, a olho nu, 100 amêndoas, consideradas íntegras visualmente, ou seja, sem sinais de malformação ou chochas (Figuras 1A e 1B).

No Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Federal do Acre (PZ/Ufac), as amêndoas foram inicialmente submetidas à pesagem e registradas as medidas de comprimento longitudinal (CLA), comprimento transversal (LA), espessura (EA), peso com casca (Pac), peso das cascas (Pc) e peso sem casca (Pa), utilizando-se paquímetro digital (Clarke-150 mm) e balança analítica de precisão (Shimadzu AUW, com precisão de 0,00001 g). As cascas foram retiradas manualmente, utilizando-se facas de aço inoxidável de pontas arredondadas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias do fator quantitativo comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional AgroEstat Online (Maldonado, 2020).



Fotos: Joana Maria Leite de Souza

Figura 1. Amêndoas fermentadas e secas de cupuaçu com casca (A) e sem casca (B).

Resultados e discussão

Conhecer as características biométricas das amêndoas de cupuaçu possibilitará aos pesquisadores definir a melhor estratégia para o desenvolvimento de uma tecnologia de remoção das cascas, tegumento ou película. Foram observadas diferenças fenotípicas entre amêndoas fermentadas e secas em todas as características morfológicas analisadas (Tabela 1).

Tabela 1. Comprimento, largura, espessura, peso com casca, peso das cascas e peso sem casca de três lotes de amêndoas fermentadas e secas das safras 2016, 2017 e 2018.

Lote ⁽¹⁾	Parâmetro avaliado ⁽²⁾					
	CLA (mm)	LA (mm)	EA (mm)	Pac (g)	Pc (g)	Pa (g)
1	24,5 a	19,5 b	11,7 b	250,0	65,0	185,0
2	24,1 a	19,5 b	12,5 a	260,0	65,0	185,0
3	18,1 b	22,5 a	11,5 b	229,2	64,5	166,8
Média	22,2	20,4	11,9	-	-	-
DP ⁽³⁾	1,6	0,0	2,0	-	-	-
CV (%) ⁽⁴⁾	9,4	2,7	18,4	-	-	-

⁽¹⁾N_{lotes} = 100 amêndoas. ⁽²⁾CLA = Comprimento longitudinal das amêndoas. LA = Comprimento transversal das amêndoas. EA = Espessura das amêndoas. Pac = Peso das amêndoas com casca. Pc = Peso das cascas. Pa = Peso das amêndoas sem casca.

⁽³⁾DP = Desvio-padrão. ⁽⁴⁾CV = Coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste T (5%).

O comprimento longitudinal das amêndoas (CLA) foi significativo entre os lotes estudados. O maior valor para CLA correspondeu a 24,5 mm, e o menor a 18,1 mm. Para esse parâmetro a média foi de 22,2 mm. Costa et al. (2017) encontraram valores um pouco superiores a esses para sementes de *T. grandiflorum*, coletadas de plantas adultas em pomar estabelecido no campo experimental da Embrapa Roraima, Confiança 3, no município do Cantá, Roraima.

O comprimento transversal/largura das amêndoas também foi significativo entre os lotes estudados, sendo os valores de 22,5 mm e 19,5 mm correspondentes a maior e menor, respectivamente. A média para LA foi igual a 20,4 mm. Costa et al. (2017) relataram para LA de sementes de cupuaçu um valor médio variando de 22,5 mm a 20,7 mm.

Para a espessura das amêndoas (EA) também houve diferença significativa, cujos maiores, médios e menores valores foram 12,5 mm, 11,9 mm e 11,5 mm, respectivamente. Costa et al. (2017) relataram 14 mm, 11,9 mm e 10 mm como valores máximo, médio e mínimo para sementes de cupuaçu.

Costa et al. (2017) classificaram as sementes de cupuaçu de acordo com suas características biométricas em grandes chatas, quando apresentaram maior comprimento, e grandes redondas quando apresentaram maior espessura, largura e massa individual.

Apesar de estudos biométricos servirem de base para inúmeras aplicações, não foram encontrados trabalhos para melhor discutir os resultados obtidos nesta pesquisa, que abordou as características biométricas de amêndoas de cupuaçu fermentadas e secas visando subsidiar sua agroindustrialização e possível processo para remoção das cascas, tidas como um dos principais entraves ao aproveitamento desse resíduo agroindustrial.

Conclusões

As amêndoas de cupuaçu fermentadas e secas possuem grandes variações biométricas, principalmente em relação a comprimento longitudinal, comprimento transversal, espessura e peso.

Existe uma grande variabilidade de formatos de amêndoas, o que certamente implicará em dificuldade para remover mecanicamente as cascas, que demonstram ser extremamente aderidas à superfície das amêndoas.

Pesquisas nesse sentido deverão ser continuadas com a finalidade de auxiliar futuros processos tecnológicos para aproveitamento desse importante resíduo agroindustrial.

Agradecimento

Os autores agradecem à professora Marilene de Campos Bento pela acolhida no Laboratório de Sementes do Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre (Ufac), Rio Branco, e aos pesquisadores da Embrapa Acre, responsáveis pelo Projeto Descascar, pela doação das amostras para este estudo.

Referências

ANDRADE, A. C. S.; VENTURI, S.; PAULILO, M. T. S. Efeito do tamanho das sementes de *Euterpe edulis* Mart. sobre a emergência e crescimento inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, n. 2, p. 225-231, 1996.

BRAGA, V. S. “Cupulate” agora é marca registrada da Embrapa. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 3 jul. 2015. Disponível em: <https://cloud.cnpqg.embrapa.br/clpi/cupulate-agora-e-marca-registrada-da-embrapa/#:~:text=O%20nome%20%E2%80%9Ccupulate%E2%80%9D%20a%20partir,partir%20das%20am%C3%AAndoas%20do%20cupua%C3%A7u>. Acesso em: 19 set. 2020.

- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.
- COHEN, K. O.; SOUSA, M. V.; JACKIX, M. N. H. Parâmetros físicos e aceitabilidade sensorial de chocolate ao leite e de produtos análogos elaborados com liquor e gordura de cupuaçu. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 1, p. 17-23, 2005.
- COSTA, K. N. A.; SMIDERLE, O. J.; MATTOS, B. R. S.; LIMA-PRIMO, H. E.; SOUZA, A. G. Tamanho de sementes e crescimento de mudas de cupuaçu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA, 30., 2017, Fortaleza. **Segurança hídrica: um desafio para os engenheiros agrônomos do Brasil**: [anais]. Fortaleza: AEAC: CONFAEAB, 2017.
- COSTA FILHO, D. V.; SILVA, A. J.; SILVA, P. A. P.; SOUSA, F. C. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2., 2017, Natal. **Anais eletrônicos...** Natal: UFRN, 2017. 8 p. Disponível em: <https://cointer-pdvagro.com.br/wp-content/uploads/2018/02/APROVEITAMENTO-DE-RES%C3%84DUOS-AGROINDUSTRIAIS-NA-ELABORA%C3%87%C3%83O-DE-SUBPRODUTOS.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.
- FAO. **Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade**. Rome, 11 set. 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/pt/item/204029/icode/>. Acesso em: 4 set. 2020.
- GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA JÚNIOR, E. M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 84-91, 2006.
- MALDONADO JR., W. **AgroEstat Online**. Disponível em: <http://www.agroestat.com.br>. Acesso em: 4 set. 2020.
- RIVAS, M.; BARILANI, A. Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. de Uruguay. **Agrociência**, v. 8, n. 1, p. 11-20, 2004.
- SANTOS, S. **Estrutura e histoquímica de sementes do gênero Theobroma L. (Sterculiaceae)**. 2003. 122 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SANTOS, A. M. T. B. dos S.; SOARES, R. T. C.; SILVA, A. C. P. da; TELES, I. M. O.; SOUZA, P. de P. L. R. de. Elaboração do Business Model Generation para uma nova variedade de cupuaçu. In: TÓPICOS em Administração. Belo Horizonte: Poisson, 2018a. V. 12, p. 148-158. E-book.

Literatura recomendada

- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds**: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 1998.
- CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke), Leguminosae – Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 161-165, 2001.
- SANTOS, E. da N.; SILVA, L. M. A. da; BEZERRA, E. dos A.; FEITOZA, J. V. F.; SANTOS, E. da N.; CAVALCANTI, M. T. Biometria e características físico-químicas da amêndoa da castanhola (*Terminalia catappa* Linn). In: ENCONTRO NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 4., 2018, Bananeiras, PB. **Proceedings...** João Pessoa: UFPB/CCHSA, 2018b. 6 p.
- SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. das G.; LIMA-PRIMO, H. E. de. Dimensões de sementes na qualidade de porta-enxertos de cupuaçuzeiro com solução nutritiva. In: SIMPÓSIO DE PROPAGAÇÃO DE PLANTAS E PRODUÇÃO DE MUDAS, 2., 2018, Águas de Lindóia. **Qualidade e tecnologia visando sustentabilidade**: anais. Ribeirão Preto: Centro da Cana, IAC, 2018. 4 p.

Levantamento de Doenças Fúngicas em Frutos de Cacau e Cupuaçu no Acre

Giovanna Teixeira Sandoval Moreira¹, Amauri Siviero² e Paulo Eduardo França de Macedo³

¹Graduanda em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Acre, bolsista do CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitopatologia, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O cacau (*Theobroma cacao*) e o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) são plantas de grande importância econômica e social para o estado do Acre. A monilíase do cacauzeiro, causada pelo fungo *Moniliophthora roreri*, é a terceira praga quarentenária de maior importância para o Brasil. O Acre é a porta de entrada mais provável da monilíase do cacauzeiro. O objetivo deste trabalho foi relatar as doenças de frutos de cacau e cupuaçu no Acre a partir de levantamentos de campo realizados em propriedades e plantas de cacau e cupuaçu nativos. O levantamento de campo de doenças do cacau e cupuaçu foi realizado simultaneamente, visando detectar uma possível entrada de *M. roreri* no Brasil, e ocorreu entre 2018 e 2019, em 22 municípios do Acre, onde foram coletadas amostras de frutos doentes em plantios comerciais, quintais urbanos, quintais agroflorestais e em plantas silvestres. As amostras foram remetidas para o Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Acre, onde se realizou a diagnose fitopatológica. Em laboratório foram aplicadas técnicas de isolamento a partir de frutos sintomáticos de cupuaçu e cacau. Os patógenos identificados nesta pesquisa foram: *Acremonium* spp., *Lasiodiplodia theobromae*, *Colletotrichum* spp., *Fusarium solani*, *Fusarium* spp., *Gliocladium* spp., *Monalonium annulipes*, *Phomopsis* spp., *Phytophthora* spp., *Moniliophthora perniciosa*.

Termos para indexação: Amazônia Ocidental, fitopatologia, Malvaceae.

Introdução

A monilíase do cacauzeiro e do cupuaçuzeiro é uma séria doença causada pelo fungo *Moniliophthora roreri* (Cif.) H.C. Evans, o qual ainda não ocorre no Brasil. Portanto, trata-se de uma praga quarentenária de grande perigo para regiões produtoras no País. O fungo já tem sido relatado há mais de 200 anos na América do Sul e, recentemente, sua ocorrência foi descrita na Bolívia, a aproximadamente 50 km da divisa com o estado do Acre (Ram et al., 2004).

Moniliophthora roreri (Cif.) H.C. Evans é um fungo basidiomiceto e fitopatogênico, que ataca unicamente os frutos dos gêneros *Herrania* e *Theobroma* (Aime; Phillips-Mora, 2005), cujas perdas podem chegar a 90% da produção. A principal forma de propagação da doença é pelo vento e tráfego de material contaminado, como sementes e frutos. O patógeno apresenta uma alta adaptabilidade para diferentes condições ambientais e grande potencial de desintoxicação (Hipólito-Romero et al., 2020).

A identificação em campo da doença é feita, principalmente, pela observação da sua esporulação na superfície do fruto de cor branca, quando já está mumificado. Como a vassoura de bruxa *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora, a monilíase é uma doença de difícil controle, cujas principais estratégias são a obtenção de material resistente e controle cultural, removendo as fontes de inóculo (Wood; Lass, 1985; Rodrigues et al., 2019).

Este trabalho teve por objetivo a realização de um levantamento de doenças do cacau e cupuaçu no estado do Acre para, simultaneamente, detectar a presença do patógeno *M. roreri* no Brasil.

Material e métodos

As visitas técnicas foram iniciadas em março de 2018 se estendendo até novembro de 2019. Foram obtidas as coordenadas geográficas das áreas visitadas com auxílio de GPS. Os pontos foram processados e transformados em um mapa com utilização do software QGIS 3.10.0. Foram visitados plantações comerciais, quintais urbanos, quintais agroflorestais e plantas nativas em 22 municípios do estado do Acre (Figura 1).

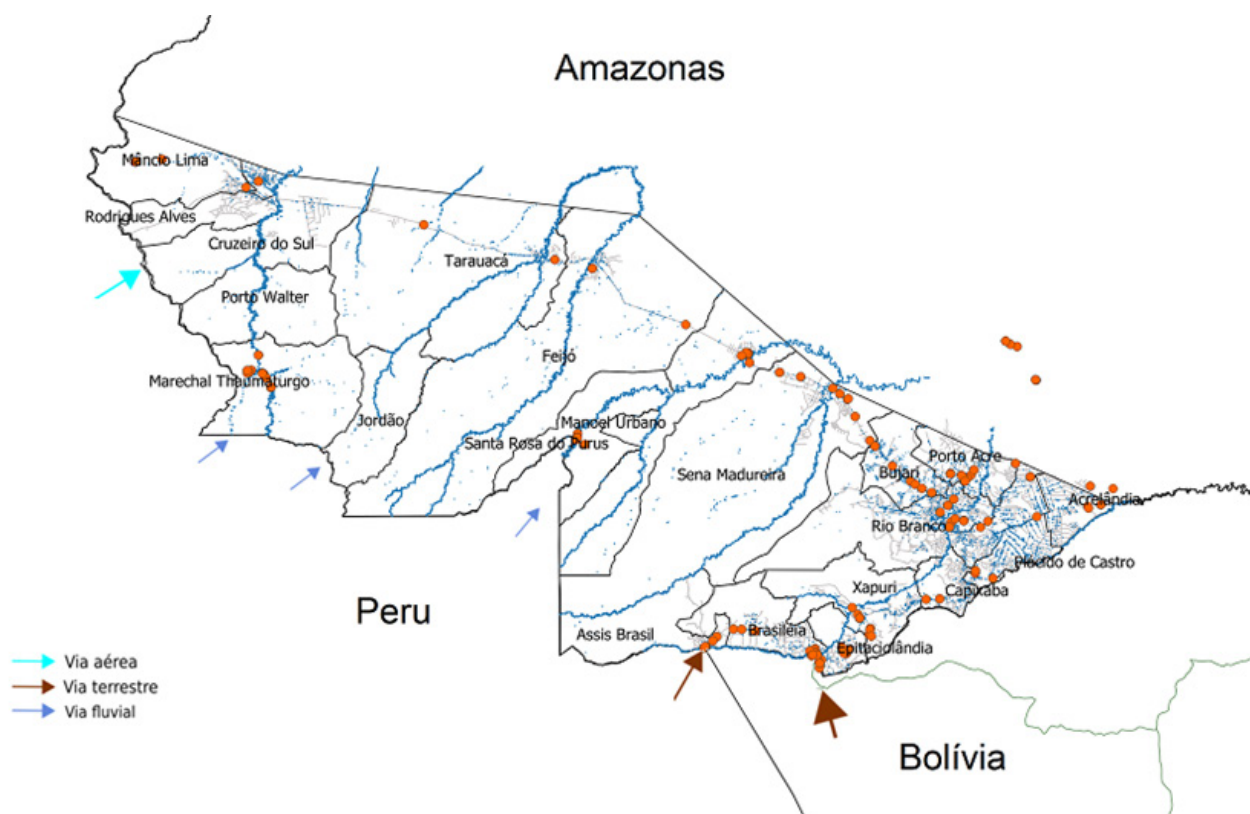


Figura 1. Mapa das áreas visitadas durante a pesquisa e os pontos de perigo da entrada de *Moniliophthora roreri* no Brasil, através do estado do Acre.

Os frutos das plantas do gênero *Theobroma* contendo doenças fúngicas foram avaliados a olho nu, de acordo com sua sintomatologia. Os frutos doentes, que apresentavam dúvida na identificação, foram coletados diretamente das plantas, etiquetados e encaminhados ao Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Acre. Foram amostrados 46 frutos para análise em laboratório. Nas inspeções de campo foi analisado um maior número de frutos.

No laboratório, as amostras foram fragmentadas para isolamento indireto. Os fragmentos eram inseridos em álcool (70%) por 1 minuto e, posteriormente, em hidróxido de sódio (NaOH 2%) por 3 minutos, sendo retirado o excesso em água destilada estéril. Já desinfetados, os fragmentos eram secos em papel estéril e inseridos em placas de Petri, contendo meio BDA com antibiótico. As placas eram mantidas em BOD (25 °C e fotoperíodo de 12 horas). Partes dos frutos foram cortadas para a realização de câmara úmida, podendo identificar patógenos latentes (Alfenas et al., 2007).

Após 7 dias observou-se o crescimento de colônias fúngicas, sendo realizada a identificação dos patógenos com auxílio de microscópio óptico. Os patógenos foram fotografados com câmera acoplada e medidas suas estruturas reprodutoras para a identificação com auxílio de literatura especializada (Kimati et al., 1997).

Resultados e discussão

Foi coletado um total de 438 pontos nos municípios de Acrelândia, Assis Brasil, Brasileia, Bujari, Capixaba, Cruzeiro do sul, Epitaciolândia, Feijó, Mâncio Lima, Manoel Urbano, Marechal Thaumaturgo, Plácido de Castro, Porto Acre, Rio Branco, Rodrigues Alves, Santa Rosa do Purus, Sena Madureira, Senador Guiomard, Tarauacá e Xapuri. Os principais pontos de coleta de frutos com doenças fúngicas foram descritos na Tabela 1.

No total foram amostrados 46 frutos sintomáticos, sendo 27 de *Theobroma cacao* L., 13 de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum, 4 de *Theobroma bicolor* Bonpl. e 2 frutos de *Theobroma subincanum* Mart.

Os principais gêneros e espécies de fungos identificados foram: *Acremonium* spp., *Botryodiplodia theobromae*, *Colletotrichum* spp., *Fusarium* spp., *Gliocladium* spp., *Phomopsis* spp., *Phytophthora* spp. e *Moniliophthora perniciosa* (Tabela 2).

Tabela 1. Principais coordenadas de propriedades visitadas contendo frutos do gênero *Theobroma* nos anos de 2018 e 2019.

Coordenada geográfica	Informação das principais localidades visitadas
-9°54'07.8"-S - 66°43'07.4" W	12 plantas de cacau
-10°53'36.5"-S - 69°30'45.1" W	Plantio comercial 3 hectares abandonados
-10°53'03.9"-S - 69°35'13.3" W	Agricultura familiar quintal – 30 plantas
-10°55'50.2"-S - 69°33'50.0" W	SAF em quintal
-10°43'30.8"-S - 68°27'05.3" W	Quintal agroflorestal de Xapuri
-11°07'21.8"-S - 68°42'54.5" W	Cupuaçu e cacau
-11°07'21.8"-S - 68°42'54.5" W	Cacauí Epitaciolândia
-10°43'30.8"-S - 68°27'05.3" W	Plantio comercial de cacau
-9°54'07.8"-S - 66°43'07.4" W	Plantio comercial de cacau
-10°50'05.8"-S - 68°22'36.6" W	Plantio comercial de cacau
-07°32'11.4"-S - 72°50'01.4" W	Plantio comercial de cupuaçu
-07°32'13.2"-S - 72°59'22.4" W	Mâncio Lima – Terra Indígena Poyanawa
-07°30'30.1"-S - 73°01'51.2" W	Plantio comercial de cupuaçu
-08°59'50.1"-S - 72°41'52.4" W	Plantio comercial de cacau
-09°10'10.5"-S - 72°54'49.6" W	SAF 01
-09°10'14.2" S - 72°54'41.0" W	SAF 02
-09°10'17.9" S - 72°54'39.9" W	SAF 03

SAF = Sistema agroflorestal.

Tabela 2. Fungos fitopatogênicos isolados no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Acre a partir de frutos doentes de cacau e cupuaçu coletados em expedições de campo entre 2018 e 2019.

Hospedeiro	Fungo diagnosticado
<i>Theobroma grandiflorum</i>	<i>Acremonium</i> spp., <i>Colletotrichum</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Gliocladium</i> sp., <i>Lasiodiplodia theobromae</i> , <i>Moniliophthora perniciosa</i> e <i>Phytophthora</i> spp.
<i>Theobroma cacao</i>	<i>Colletotrichum</i> spp., <i>Fusarium solani</i> , <i>Fusarium</i> spp., <i>Gliocladium</i> spp., <i>Lasiodiplodia theobromae</i> , <i>Monalonium annulipes</i> , <i>Phomopsis</i> spp., <i>Phytophthora</i> spp., não identificado-oportunista
<i>Theobroma bicolor</i>	<i>Colletotrichum</i> spp. e <i>Fusarium</i> spp., sem esporulação
<i>Theobroma subincanum</i>	<i>Colletotrichum</i> spp. e <i>Gliocladium</i> spp.

A vassoura de bruxa em *Theobroma cacao* é amplamente difundida no estado do Acre, estando descrita em Rondônia como a principal doença de cacau e cupuaçu (Ferreira et al., 2003), juntamente com a podridão-parda – *Phytophthora palmivora* (Ferreira et al., 2003). Essa última é descrita na Bahia e em Rondônia como a espécie mais frequente nos plantios, sendo controlada com a resistência genética (Souza et al., 2019).

O fungo *Botryodiplodia theobromae* Pat. está associado ao cancro do caule em plantas de cacau no Brasil (Bonfim et al., 2019) e causa a morte descendente de frutos.

As antracnoses são associadas a fungos do gênero *Colletotrichum* spp. e têm como principais agentes etiológicos as espécies *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., *Colletotrichum crassipes* (Speg.) Arx e *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds, presentes em folhas e frutos (Infante et al., 2019).

Segundo Lima e Souza (1998), o fungo *Phomopsis* sp. é descrito em mudas e frequentemente em plantas adultas, atacando, principalmente, as folhas e diminuindo a área foliar. Está presente no cultivo de cupuaçuzeiro.

Esses são os primeiros relatos das doenças em levantamentos fitopatológicos em plantas do gênero *Theobroma* realizados em todas as regiões do Acre.

Conclusões

Foram relatadas as seguintes doenças causadas por fungos: vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), podridão de *Phytophthora*, morte-descendente (*Botryodiplodia theobromae*), antracnose (*Colletotrichum* spp.) e podridão (*Phomopsis* sp.).

A vassoura de bruxa está amplamente difundida no estado, atacando cacau e cupuaçu. A segunda doença mais importante em ocorrência e danos é a podridão-parda, mais comum na região do Alto Acre.

Não foi observada a doença monilíase do cacaueiro no Acre.

Agradecimento

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Embrapa Acre, a Universidade Federal do Acre (Ufac) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Acre (Fapac).

Referências

AIME, M. C.; PHILLIPS-MORA, W. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. **Mycologia**, v. 97, n. 5, p. 1012-1022, Sept./Oct. 2005.

ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; MAFIA, R. G.; GONÇALVES, R. C. Isolamento de fungos fitopatogênicos. **Métodos em fitopatologia**. Viçosa: UFV, 2007. p. 53-91.

BONFIM, B. S. A.; SOBRINHO, R. R.; MARELLI, J. P.; JUNIOR, J. H.; BRITTO, D. S.; PINHO, D. B. Species of *Lasiodiplodia* causing dieback and stem canker on cocoa in Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 2019, Recife. **Anais...** Viçosa: SBF, 2019.

- FERREIRA, M. G. A.; SOUZA, M. G. de; MENDES, A. M. **Levantamento das doenças fúngicas que atacam as principais culturas no Estado de Rondônia**. Porto Velho: Embrapa-CPAF Rondônia, 2003. 11 p. (Embrapa-CPAF Rondônia. Documentos, 71).
- HIPÓLITO-ROMERO, E.; COCOLETZI-VÁSQUE, E.; RAMOS-PRADO, J. M.; ESPINOZA, C.; CRUZ, M. T. DE LA; RICAÑO-RODRÍGUEZ, J. Breve aproximación a la naturaleza genómica de *Moniliophthora roreri* CPMRT01 aislado de cacao en Tabasco, México. **Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud**, v. 22, n. 2, p. 39-49, 2020.
- INFANTE, N.; NASCIMENTO, A. D.; LIMA, M. O.; NETO, J. D. V.; BARBOSA, T. J. A.; FEIJO, F. M.; ASSUNCAO, I. P.; LIMA, G. S. A. *Colletotrichum acutatum* sensu lato associada a antracnose em folhas de cacau no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 2019, Recife. **Anais...** Viçosa: SBF, 2019.
- KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. V. 2, 775 p.
- LIMA, M. I. P. M.; SOUZA, A. **Diagnose das principais doenças do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) e seu controle**. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1998. 18 p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 9).
- RAM, A.; VALLE, R. R.; GARDINI, E. A. **Monília do cacaueiro**. São Paulo: Fundação Cargill, 2004. 36 p.
- RODRIGUES, G. S.; NETO, A. A. P.; SANTOS, E.; OLIVEIRA, T. S.; SOUZA, V. R.; SILVA, D. J. G.; PIRES, J. L.; LUZ, E. D. M. N. Seleção de clones de cacaueiro resistentes à Vassoura de Bruxa incorporando genes de resistência à Monilíase. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 2019, Recife. **Anais...** Viçosa: SBF, 2019.
- SOUZA, V. R.; MARSSARO, A. L.; SANTOS, E.; RODRIGUES, G. S.; NETO, A. A. P.; SILVA, D. J. G.; PIRES, J. L.; LUZ, E. D. M. N. Resistência de clones de cacaueiro a *Phytophthora palmivora*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 2019, Recife. **Anais...** Viçosa: SBF, 2019.
- WOOD, G. A. R.; LASS, R. A. **Cocoa**. 4. ed. London: Longman, 1985. 620 p.

Floração e Regeneração Inicial da Taboca-Gigante: um Bambu Nativo do Sudoeste Amazônico

Elias Melo de Miranda¹ e Marinete Flores da Silva²

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia – Ciências do Solo,
pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheira-agrônoma, Rio Branco, AC.

Resumo – As florestas abertas do sudoeste da Amazônia se caracterizam pela elevada ocorrência de bambus lenhosos e as espécies conhecidas como taboca-gigante (*Guadua* spp.) têm grande potencial de uso. O florescimento de bambus é um evento raro e existem poucos relatos sobre esse fenômeno na região. Foi observada uma população de taboca-gigante localizada na Reserva Extrativista Chico Mendes, estado do Acre, e registrados a floração, frutificação, senescência e o início da fase de regeneração natural da espécie. A floração avançou de forma gradual sobre a população ao longo de 3 anos e após a dispersão das sementes todos os indivíduos morreram. A queda e germinação das sementes cobriram o solo da floresta com numerosas plântulas. Entre as plantas jovens monitoradas, 94% sucumbiram à predação e competição. Aquelas que sobreviveram iniciaram um novo ciclo de regeneração e reestabelecimento da espécie nos sítios perturbados.

Termos para indexação: taboca, *Guadua*, florescimento do bambu, senescência, regeneração.

Introdução

O gênero *Guadua* é composto por bambus lenhosos de médio e grande porte, atingindo mais de 30 m de altura e 15 cm de diâmetro. São conhecidas 19 espécies nativas, cinco endêmicas, distribuídas em todo o Brasil (Filgueiras; Viana 2017). Esses bambus possuem longos ciclos de vida, aproximadamente 28 a 32 anos, e o seu florescimento é um fenômeno pouco conhecido (Franklin, 2004; Nelson; Bianchini 2005). As florestas abertas com bambu encontram-se distribuídas principalmente no sudoeste da Amazônia, onde ocupam grandes extensões territoriais no estado do Acre, em áreas adjacentes do Amazonas e da Amazônia peruana e boliviana (Carvalho et al., 2013), constituindo uma das maiores reservas de bambu nativo do mundo.

A espécie *Guadua superba* Huber, conhecida como taboca bambu, taboca grande ou gigante é nativa da América do Sul, habitando ambientes restritos da Floresta Amazônica. No Brasil ocorre na região dos altos rios Purus e Acre (Huber, 1904; Medina; Medina, 1965; Clark, 1990). Hidalgo-López (2003) também relata a ocorrência de *G. superba* e de *Guadua angustifolia* Kunt nas margens do Rio Purus. Filgueiras e Viana (2017) também relatam que *G. superba* ocorre no Acre, Amazonas e Pará e que seus colmos atingem 30 m de altura e 15 cm de diâmetro, sendo considerado o bambu mais alto do Brasil. Esses autores informam que existe outra espécie de taboca-gigante (*Guadua* sp.) a qual ocupa grandes extensões no estado do Acre e ainda permanece não identificada. Argumentam que atualmente pode-se apenas afirmar que se trata de uma espécie com grande afinidade morfológica com *G. angustifolia* e que o tema se encontra sob investigação por Filgueiras e Shirasuna (Instituto de Botânica de São Paulo).

Sabe-se também que no estado do Acre as tabocas *Guadua weberbaueri* Pilger e *Guadua sarcocarpa* Londoño & Peterson são mais comuns e apresentam uma distribuição ampla, ocorrendo frequentemente nos interflúvios tabulares (Londoño; Peterson 1991), enquanto *G. superba* se restringe às florestas temporariamente alagadas ou a áreas de drenagem deficiente, onde ocorre em pequenas e médias populações.

A taboca-gigante é uma espécie de hábito entouceirante e tem um grande potencial de uso na construção civil. As plantas adultas apresentam alta produção de colmos que podem ser colhidos em torno de 4 anos após a emissão dos brotos (Miranda et al., 2017). O objetivo deste trabalho é registrar a ocorrência de floração e frutificação em *Guadua* cf. *superba* e avaliar a fase inicial da regeneração natural e a recolonização das clareiras abertas pela senescência da população.

Material e métodos

As observações fenológicas e da regeneração natural foram realizadas entre os anos de 2010 a 2015 em uma população de taboca-gigante, com características comparadas à *Guadua superba* Huber, localizada na Reserva Extrativista Chico Mendes³. A formação predominante é classificada como Floresta Ombrófila Aberta, situada entre os municípios de Brasileia e Assis Brasil, AC (ponto de referência S10°43'02,2" e W69°24'06,5"). A área está localizada às margens do Igarapé Paciência, afluente da margem direita do Rio Xapuri (Figura 1).

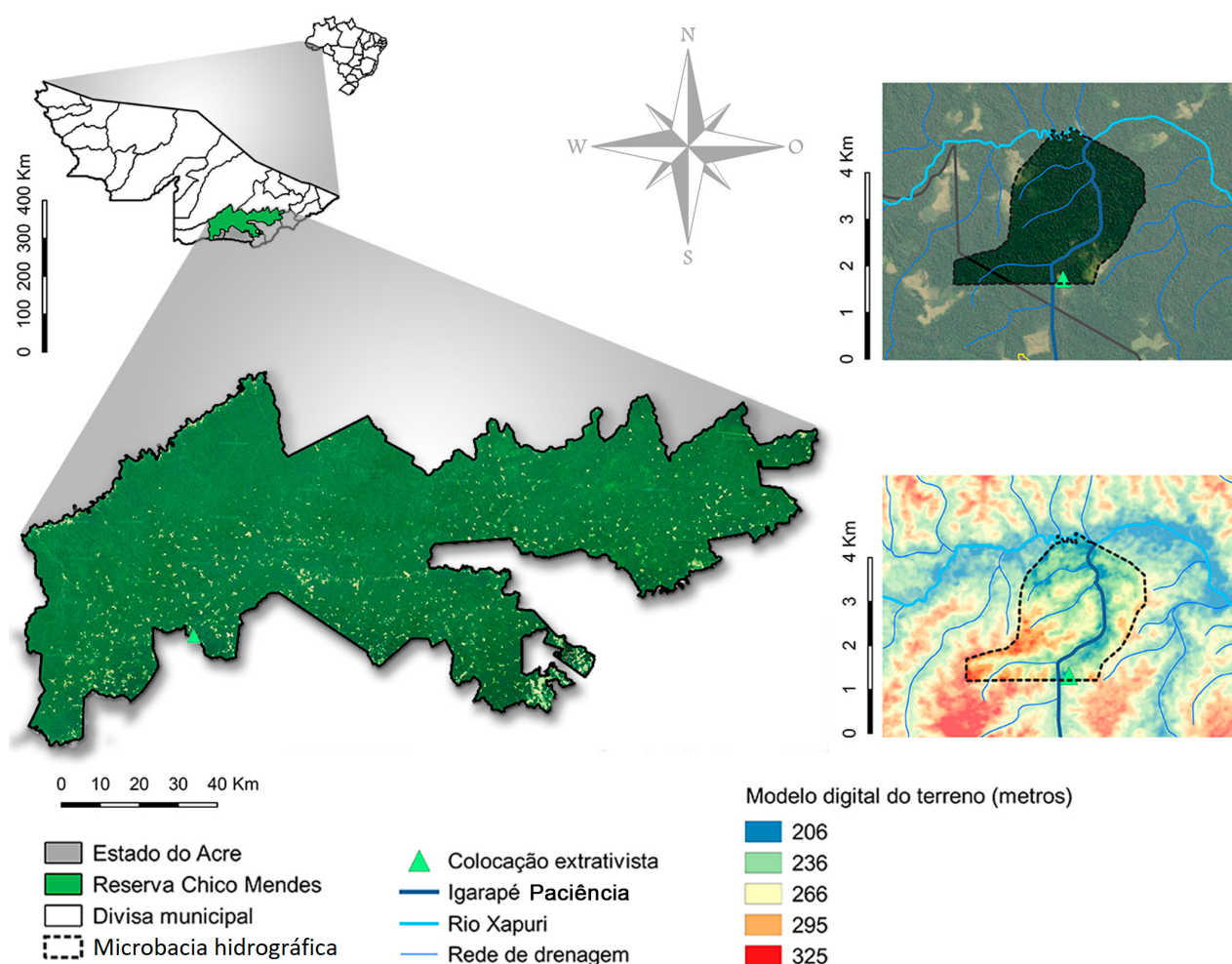


Figura 1. Localização da população de taboca-gigante na microbacia do Igarapé Paciência, na Reserva Extrativista Chico Mendes, município de Brasileia, AC.

³ A pesquisa foi realizada com autorização para atividades com finalidade científica, registrada no Sisbio/ICMBio sob o número 22069-4.

Os solos predominantes nessa microbacia são os Argissolos, porém a população da taboca-gigante se restringia às áreas de mata ciliar temporariamente inundadas, onde estão presentes os Plintossolos e Gleissolos háplicos. Nessas áreas, a espécie era dominante e apresentava alta densidade de touceiras e colmos.

O estudo da fenologia foi realizado com base em observações visuais diretas na floresta, a partir da constatação do início do florescimento. Para estimar o ciclo de vida da espécie, foram realizadas entrevistas informais com moradores antigos da área estudada, os quais informaram a data aproximada do último florescimento observado naquela população de taboca, antes do evento atual.

Durante o ápice do florescimento foram estabelecidas 30 parcelas fixas, medindo 1 m² para observar e monitorar o processo de regeneração natural. A distribuição das parcelas foi feita por amostragem não probabilística, do tipo intencional, sendo dirigidas e alocadas em sítios onde se podia observar a presença de sementes, plântulas e plantas jovens no solo da floresta. As unidades amostrais foram avaliadas no período de setembro de 2013 a agosto de 2015. Foram coletados dados das seguintes variáveis: contagem do número de plantas por parcela, altura das plantas medida com fita métrica, diâmetro na base do perfilho com auxílio de um paquímetro digital e cobertura do solo.

A cobertura do solo foi avaliada pelo “método do quadrado”, usando-se uma estrutura confeccionada em madeira, medindo 1 m², sobreposta às parcelas. O quadrado foi dividido em partes iguais e equidistantes, por meio de fiação de barbante, totalizando 100 quadrículas de 0,1 m de lado. A presença e a ausência de plantas jovens de bambu nas quadrículas determinaram a porcentagem de cobertura do solo (CS).

Resultados e discussão

A floração da taboca-gigante ocorreu de forma progressiva, sendo mais expressiva entre 2011 e 2013. A cada ano um maior número de plantas florescia e um indicador da fase reprodutiva foi o fato de as plantas não emitirem novos brotos no ano anterior ao florescimento.

Em 2010, foi observada apenas uma touceira em estágio reprodutivo, no ano seguinte o fenômeno foi ampliado, ocorrendo em mais de 10% das touceiras e, em 2012, esse processo atingiu cerca de 30% da população. Em 2013, ocorreu o ápice do evento reprodutivo, quando mais de 90% das plantas floresceram. Na Figura 2, observa-se em detalhe um ramo florífero da taboca-gigante.



Foto: Elias Melo de Miranda

Figura 2. Detalhe do ramo florífero de taboca-gigante, mostrando a estrutura floral, Reserva Extrativista Chico Mendes, AC.

A dispersão das sementes ocorre principalmente por via fluvial e permite a colonização de extensas áreas ao longo dos cursos d'água. As sementes são carreadas a longas distâncias quando caem na água, podendo estabelecer novas populações em locais remotos em relação à população original. Essa estratégia pode ter favorecido o processo de colonização e ocupação das áreas de menor altitude, às margens de rios e igarapés, em direção à planície amazônica, a partir de propágulos vindos de seu centro de origem, na Cordilheira dos Andes (Clark, 1990).

Segundo as informações levantadas nas entrevistas com os moradores da área, o último evento havia ocorrido entre 28 e 30 anos antes do atual. Essa informação é compatível com relatos sobre o ciclo de vida de espécies do gênero *Guadua* disponíveis na literatura científica (Janzen, 1976; Silveira, 1999; Nelson; Bianchini, 2005; Holz; Veblen, 2006; Carvalho et al., 2013).

A Tabela 1 mostra que, após o pico do florescimento ocorrido no ano de 2013, as plantas jovens de taboca-gigante são abundantes no sub-bosque, proporcionando uma CS média de 39% e média de 111,7 plantas por parcela. Nos dois anos seguintes, observou-se uma queda drástica da presença de mudas no sub-bosque, reduzindo a CS para 22,5% em 2014 e apenas 3,8% em 2015. Esse fato se deve aos processos naturais de competição e predação, além da mortalidade causada pelo alagamento no período chuvoso, provocando elevada mortalidade nas parcelas localizadas nas áreas mais baixas do terreno. Com isso, o número de plantas por parcela (NPP), que era de 64,2 em 2014, foi reduzido para apenas 6,7 plantas em 2015.

Tabela 1. Estatísticas descritivas para as variáveis cobertura do solo (CS), número de plantas por parcela (NPP), altura da planta (AP) e diâmetro na base do perfilho (DBP) de plantas de taboca-gigante em fase de regeneração natural, Reserva Extrativista Chico Mendes, AC.

Estatística	CS (%)	NPP	AP (cm)	DBP (mm)
2013				
Média	39,0	111,7	10,4	1,6
Máximo	94,0	263,0	13,0	2,0
Mínimo	0,0	0,0	8,0	1,0
Desvio-padrão	26,1	66,4	1,7	0,4
2014				
Média	22,5	64,2	27,0	2,6
Máximo	94,0	227,0	48,0	3,2
Mínimo	0,0	0,0	16,0	1,7
Desvio-padrão	20,2	52,5	8,5	0,4
2015				
Média	3,8	6,7	64,3	2,6
Máximo	13,0	22,0	210,0	4,5
Mínimo	0,0	0,0	20,0	1,2
Desvio-padrão	3,6	5,2	53,6	1,1

No primeiro ano de avaliação as plantas apresentaram um porte homogêneo, com uma média de altura de 10,4 cm e 1,6 mm de diâmetro na base do perfilho. Nas avaliações posteriores, as plantas começaram a diferenciar-se em seu crescimento e, em 2014, a altura média foi 27 cm, representando um incremento de cerca de 160% em relação à medição feita no ano anterior. Na avaliação seguinte, em 2015, a média de altura foi de 64,3 cm e o incremento atingiu 138% em relação à medição anterior (Tabela 1).

Na avaliação realizada em 2014 o DBP médio foi de 2,6 mm, com um incremento de 1 mm ou 62,5% em relação à medição anterior. Na última avaliação, feita em 2015, não houve incremento no diâmetro dos perfilhos, o que pode ser explicado pela dinâmica de mortalidade e estabelecimento de novas plantas dentro das parcelas (Tabela 1). Deve ser ressaltado que as diferenças de diâmetro verificadas entre as medições das mudas de taboca-gigante não se devem ao crescimento dos perfilhos medidos no ano anterior, mas aos novos perfilhos emitidos anualmente com diâmetros maiores que os de seus predecessores. Essa é uma característica desse grupo de plantas, cujos colmos não crescem em diâmetro e os novos brotos já são emitidos com o diâmetro que terão até a sua maturação.

Conclusões

A taboca-gigante (*Guadua cf. superba*) é uma espécie que apresenta um único evento reprodutivo sincrônico e a sua população morre após o florescimento, característica comum a muitas espécies de bambu. Após a queda e germinação das sementes, um grande número de plantas jovens coloniza o sub-bosque, mas apenas 6% sobrevivem até o terceiro ano e iniciam um novo ciclo de regeneração da espécie, restabelecendo a população de taboca nos sítios perturbados.

Agradecimento

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro por meio do Edital Universal 2012 e da bolsa DCR.

Referências

- CARVALHO, A. L. de; NELSON, B. W.; BIANCHINI, M. C.; PLAGNOL, D.; KUPLICH, T. M.; DALY, D. C. Bamboo-dominated forests of the Southwest Amazon: detection, spatial extent, life cycle length and flowering waves. **PLoS ONE**, v. 8, n. 1, e54852, 2013.
- CLARK, L. G. Diversity and biogeography of Neotropical bamboos (Poaceae: Bambusoideae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 4, n. 1, p. 125-132, 1990.
- FILGUEIRAS, T. S.; VIANA, P. L. Bambus brasileiros: morfologia, taxonomia, distribuição e conservação. In: DRUMMOND, P.; WIEDMAN, G. (Org.). **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. Rio de Janeiro: ICH, 2017. p. 10-27.
- FRANKLIN, D. C. Synchrony and asynchrony: observations and hypotheses for the flowering wave in a long-lived semelparous bamboo. **Journal of Biogeography**, v. 31, n. 5, p. 773-786, 2004.
- HIDALGO-LÓPEZ, O. **Bamboo: the gift of the gods**. Bogotá, 2003. 553 p.
- HOLZ, C.; VELEN, T. T. Tree regeneration responses to *Chusquea montana* bamboo die-off in a subalpine *Nothofagus* forest in the southern Andes. **Journal of Vegetation Science**, v. 17, n. 1, p. 19-28, 2006.
- HUBER, J. *Guadua superba* Hub. n. sp., a taboca gigante do alto rio Purús. **Boletim do Museu Goeldi (Museu Paraense) de Historia Natural e Ethnographia**, v. 4 n. 1/4, p. 479-480, 1906.
- JANZEN, D. H. Why bamboos wait so long to flower? **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 7, p. 347-391, 1976.

LONDOÑO, X.; PETERSON, P. M. *Guadua sarcocarpa* (Poaceae: Bambuseae), a new species of Amazonian bamboo with fleshy fruits. **Systematic Botanic**, v. 16, n. 1, p. 630-638, 1991.

MEDINA, J. C.; MEDINA, D. M. Observações citológicas em *Guadua superba* Huber. **Bragantia**, v. 24, p. 63-68, 1965.

MIRANDA, E. M. de; AFONSO, D. G.; PONTES, S. M. de A.; SOUZA, J. C. N. de; LIMA, D. do N.; FREITAS JÚNIOR, J. L. de. Estrutura populacional e o potencial de uso de *Guadua cf. superba* na região do Alto Acre. In: DRUMMOND, P.; WIEDMAN, G. (Org.). **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. Rio de Janeiro: ICH, 2017. p. 161-178.

NELSON, B. W.; BIANCHINI, M. C. Complete life cycle of southwest Amazon bamboos (*Guadua* spp) detected with orbital optical sensors. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 1629-1636.

SILVEIRA, M. Ecological aspects of bamboo-dominated forest in southwestern Amazonia: an ethnosciences perspective. **Ecotropica**, v. 5, p. 213-216, 1999.

Caracterização Físico-Química e Armazenamento de Farinha de Resíduos da Extração de Óleo de Bacaba

Virgínia de Souza Álvares¹, Joana Maria Leite de Souza², Joicyanne Dutra da Silva Pereira³, Sandy Barbosa de Sousa⁴ e Vlayrton Tomé Maciel⁵

¹Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Bióloga, Rio Branco, AC.

⁴Bióloga, Rio Branco, AC.

⁵Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, analista da Embrapa Cerrados, Brasília, DF.

Resumo – O aproveitamento de coprodutos agroindustriais reduz o custo de produção e a geração de resíduos. O objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar o efeito da embalagem durante o armazenamento de farinha obtida da extração de óleo do mesocarpo de bacaba. Os frutos foram coletados no projeto Reca (Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado), Nova Califórnia, Rondônia, transportados para Embrapa Acre, secos em estufa a 50 °C, triturados e armazenados à temperatura ambiente média de 28 °C, por 120 dias, sob diferentes tratamentos: T1 = sem embalagem, T2 = embalagem aluminizada sem vácuo e T3 = embalagem aluminizada com vácuo. Após o armazenamento, as amostras foram avaliadas quanto à composição centesimal, pH, acidez, componentes de cor (coordenadas L*, a* e b*) e atividade de água. Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, fatorial 3 x 2 (três tratamentos e dois tempos de armazenamento) em quatro repetições. Os valores de proteína e fibras encontrados foram maiores do que de outros resíduos agroindustriais, indicando sua potencialidade. Com o armazenamento houve clareamento da farinha, sendo a embalagem a vácuo mais eficiente para a manutenção dessa característica e do pH do produto. Mais estudos devem ser realizados a fim de recomendar esse resíduo para a alimentação humana.

Termos para indexação: frutas da Amazônia, *Oenocarpus bacaba*, resíduos agroindustriais.

Introdução

Com base em estudos feitos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), a produção brasileira de frutas no ano de 2016 somou a marca de 38,7 milhões de toneladas. Grande parte dessa produção tem como destino as agroindústrias de frutas, gerando diversos resíduos. Contudo, esses resíduos podem ser utilizados como ingredientes para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios (Feitosa et al., 2019), contribuindo positivamente para a redução dos impactos ambientais e obtenção de produtos com alto valor agregado (Ansiliero et al., 2020).

O projeto Reca, desenvolvido no distrito de Nova Califórnia, Rondônia, atua de forma sustentável com produtos da agrobiodiversidade amazônica. Possui uma agroindústria de processamento de vários produtos como polpa, óleo e palmito, com potencial para novos, como o óleo de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart. (Arecaceae)). Contudo, essa extração gera um resíduo novo, que precisa ser estudado para avaliação do seu potencial de uso. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar o efeito da embalagem durante o armazenamento de farinha obtida da extração de óleo do mesocarpo de bacaba.

Material e métodos

Em março de 2017, frutos de bacabeira foram colhidos diretamente de plantas no projeto Reca, localizado no distrito de Nova Califórnia, estado de Rondônia, e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Acre, em Rio Branco, AC.

Os frutos foram selecionados, lavados em água corrente e sanitizados por imersão em solução de água clorada na concentração de 200 mg kg⁻¹ por 5 minutos e amolecidos por imersão em água à temperatura de 50 °C por 5 minutos (Álvares; Souza, 2019).

A extração de óleo do mesocarpo dos frutos foi realizada de forma mecânica em prensagem a frio. Para o preparo da polpa, a água utilizada no branqueamento foi completada na proporção 4:2,5 (v/p) água/fruto. Os frutos, adicionados de água, foram submetidos à despulpadeira de frutas comercial de bancada (marca Braesi, modelo DES-1), com capacidade para 10 litros, composta por cilindro de aço inoxidável e eixo interno vertical, que produz movimentos circulares de 240 rpm a 380 rpm, acompanhando três peneiras em aço inox com furos de diâmetros de 0,8 mm, 1,5 mm e 5 mm, fixada em mesa. O processamento foi realizado por 5 minutos. Em seguida, as polpas processadas foram distribuídas em bandejas de plástico, em camada de aproximadamente 2 cm, em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 45 °C até peso constante (durante aproximadamente 48 horas) e, posteriormente, a polpa desidratada foi submetida à prensagem a frio em prensa hidráulica manual (marca Bovenau, modelo P15500), a 15 toneladas por 20 minutos. A prensa possui válvula de sobrecarga, pistão com retorno por mola e mesa de trabalho com altura ajustável, sendo adaptado um eixo central com uma peça cilíndrica de motor perfurada e uma base com canaleta para escoamento do óleo.

O resíduo foi coletado, seco em estufa a 50 °C até peso estável, triturado e armazenado à temperatura ambiente média de 28 °C, por 120 dias, sob diferentes tratamentos: T1 = sem embalagem (Figura 1A), T2 = embalagem aluminizada sem vácuo e T3 = embalagem aluminizada com vácuo (Figura 1B), sendo cada embalagem com, aproximadamente, 200 gramas. As amostras foram avaliadas quanto à composição centesimal, pH em peagâmetro digital de bancada, acidez titulável (AOAC, 2012), cor instrumental (coordenadas L*, a* e b*) e atividade de água por leitura direta em medidor portátil.

A composição centesimal foi obtida pelas análises de umidade, em estufa com circulação de ar a 105 °C/8 horas (AOAC, 2012); cinzas, por incineração em mufla a 540 °C (AOAC, 2012); extrato etéreo, pelo método de Soxhlet em extrator de óleos e graxas (AOAC, 2012); proteína bruta total, pelo método de micro-Kjeldahl com destilador de nitrogênio utilizando-se o fator de conversão 6,25 (AOAC, 2012); fibra bruta total, por digestão em determinador de fibras em H₂SO₄ 1,25% p/v e NaOH 1,25% p/v (AOAC, 2012); e carboidratos por diferença. A avaliação da cor foi realizada em colorímetro Konica Minolta CR5. O equipamento foi operado no modo reflectância e a escala de cor utilizada foi CIE Lab (L*, a*, b*), com iluminante D65 e ângulo de 10°. Foram obtidos os parâmetros L*, que varia de branco (100) a preto (0), a* de verde (-a*) a vermelho (+a*) e b* de azul (-b*) a amarelo (+b*).

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 3 x 2 (três tratamentos e dois tempos de armazenamento) e quatro repetições. Foi realizada a Anova dos dados originais e/ou transformados para verificação da existência da diferença entre os tratamentos. Quando houve interação entre os fatores, os dados foram desmembrados entre si, com comparação das médias pelo teste de Tukey a 5%, por meio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2008).



Fotos: Virgínia de Souza Álvares

Figura 1. Resíduo da extração de óleo do mesocarpo de bacaba armazenado sem embalagem (A) e em embalagem aluminizada com ou sem vácuo (B).

Resultados e discussão

Não houve interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento para os teores de umidade, cinzas, proteína bruta total, extrato etéreo, fibra bruta total, carboidratos totais, valor energético e atividade de água da farinha produzida do resíduo da extração de óleo de bacaba (Tabela 1). Com exceção do valor energético e atividade de água, após o armazenamento houve redução das características físico-químicas da farinha, principalmente em função da diminuição da umidade e concentração dos componentes.

Observa-se um elevado teor médio de proteína, 10,32% (Tabela 1), em relação a outros resíduos de agroindústrias de frutas, como torta residual da extração do óleo da polpa de macaúba (Veridiano, 2012), farinha de frutos de pupunha com ou sem casca (Kaefer et al., 2013), farinha do resíduo da extração de óleo da polpa de abacate (Chaves et al., 2013), farinha do mesocarpo de babaçu (Oliveira, 2019), dentre outros. O teor de proteína médio foi superior ao citado por Aranha et al. (2017) para resíduos agroindustriais das frutas abacaxi, melão, mamão e maçã; do citado por Oliveira (2019), com a farinha do mesocarpo de babaçu; e por Veridiano (2012), com a torta residual da extração de óleo de macaúba.

Tabela 1. Valores médios da composição centesimal de farinha do resíduo da extração de óleo do mesocarpo de bacaba, antes e após o armazenamento por 120 dias à temperatura ambiente média de 28 °C.

Armazenamento	Umidade (%)	Cinza (%)	Proteína bruta total (%)	Extrato etéreo (%)	Fibra bruta total (%)	Carboidrato total (%)	Valor energético (kcal 100 g ⁻¹)	Atividade de água
Antes	7,84 a	3,28 a	10,68 a	34,99 a	35,14 a	50,62 a	178,24 b	0,53 b
Após ⁽¹⁾	5,90 b	2,65 b	9,96 b	23,18 b	25,17 b	33,12 b	280,25 a	0,59 a
Média	6,87	2,97	10,32	29,08	30,16	41,87	229,25	0,56
CV (%) ⁽²⁾	13,18	6,62	6,29	8,96	9,59	9,32	10,14	5,35

⁽¹⁾Após 120 dias de armazenamento. ⁽²⁾CV = Coeficiente de variação.

Na coluna, letras diferentes diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Contudo, observa-se que o teor de lipídeos (extrato etéreo) do resíduo permaneceu elevado, 29,08% (Tabela 1), mesmo após a extração do óleo, o que pode ser devido ao método de prensagem a frio, que obteve baixo rendimento. Esse método foi escolhido por extrair o óleo sem gerar resíduos químicos na torta. Ademais, o aumento da temperatura na obtenção do óleo virgem influencia na qualidade do produto, considerando que, quando submetido a temperaturas mais altas, ocorrem reações de hidrólise e degradação térmica dos triacilglicerídeos, aumentando a acidez do produto final (Carvalho, 2011). Resultados semelhantes foram obtidos por Silveira (2014) em torta residual proveniente da extração mecânica do óleo da amêndoa de macaúba, com 47,35% de lipídeos, e por Chaves et al. (2013) em resíduo da polpa de abacate após a extração do óleo, com 37,50%, ambos justificados pela extração por prensagem mecânica da polpa desidratada, sem a lavagem com solvente.

A farinha obtida com a extração do óleo do mesocarpo da bacaba obteve elevado teor médio de fibras, 30,16% (Tabela 1), tendo um grande potencial diante dos benefícios que esse nutriente traz quando presente na dieta alimentar. Tal fato sugere que esses resíduos podem ser utilizados para prevenir doenças, principalmente, relacionadas ao trato intestinal, além de poderem servir como base para produtos alimentícios, como, por exemplo, para suplementação na panificação. Elevados teores de fibras também foram encontrados por Silveira (2014) para farinha de amêndoa de macaúba (41,48%) e por Santos (2014) para resíduos da extração de óleo de açaí (51,53%).

Houve interação entre o tratamento e o tempo de armazenamento para as características de cor (L*, a*, b*) e pH da farinha (Tabela 2).

Observa-se que os tratamentos sem embalagem e com embalagem apresentaram valores de L* (luminosidade) distintos. Quanto maior o valor para esse componente de cor, maior o clareamento dos resíduos após o armazenamento, principalmente na farinha sem uso de embalagem (tratamento 1), com menores valores para a farinha armazenada em embalagem a vácuo (tratamento 3). Quanto ao parâmetro a*, houve redução nos valores após o armazenamento para a farinha armazenada

em embalagem sem vácuo (T2), mas aumento para embalagem com vácuo (T3). O parâmetro de cor b^* aumentou após o armazenamento na farinha sem embalagem (T1) e embalada a vácuo (T3), mantendo-se estável na embalagem sem vácuo (T2), com maiores valores para a farinha sem embalagem. Aranha et al. (2017) observaram aumento dos valores para o parâmetro a^* durante o armazenamento de uma farinha da mistura de resíduos de frutas (abacaxi, melão, mamão e maçã), acondicionada em sacos plásticos de polietileno selados à temperatura ambiente (25 °C), justificando que a coloração pode ser alterada devido ao escurecimento enzimático, alterações no pH, acidez ou degradação de pigmentos. Contudo, a acidez da farinha no atual trabalho não sofreu alteração em função do tempo ou tipo de acondicionamento, apresentando um valor médio de 1,86% (Tabela 2), demonstrando assim boa estabilidade dos ácidos graxos presentes no resíduo desidratado e pulverizado, mesmo em temperatura ambiente. Já o pH tendeu à redução após o armazenamento, com exceção da embalagem a vácuo, que se manteve estável. Contudo, cuidados devem ser tomados ao longo do armazenamento, visto ser uma matéria-prima com pH bem acima de 4,5, valor que delimita o desenvolvimento de microrganismos, conforme citado por Uchoa et al. (2008).

Tabela 2. Valores médios dos atributos de cor (L^* , a^* , b^*) e aspectos físico-químicos de farinha do resíduo da extração de óleo do mesocarpo de bacaba, antes e após o armazenamento por 120 dias à temperatura ambiente média de 28 °C.

Tratamento ⁽¹⁾	Atributo de cor						pH		Acidez
	L*		a*		b*				
	Armazenamento						Armazenamento		
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	
T1	18,27 aB	26,58 aA	7,69 aA	8,15 aA	5,21 aB	9,08 aA	7,66 aA	5,36 bB	1,86
T2	18,27 aB	21,93 bA	7,69 aA	7,01 bB	5,21 aA	5,03 cA	7,66 aA	6,58 aB	
T3	18,27 aB	20,48 cA	7,69 aB	8,47 aA	5,21 aB	6,64 bA	7,66 aA	7,01 aA	
Média	20,63		7,78		6,06		6,99		
CV (%) ⁽²⁾	3,27		4,18		8,81		6,76		11,49 ⁽³⁾

⁽¹⁾T1 = Sem embalagem. T2 = Embalagem aluminizada sem vácuo. T3 = Embalagem aluminizada com vácuo. ⁽²⁾CV = Coeficiente de variação. ⁽³⁾Coeficiente de variação de variável transformada em raiz quadrada de $Y + 1.0 - \text{SQRT}(Y + 1.0)$.

Para uma mesma característica, letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conclusões

O resíduo da extração de óleo do mesocarpo de bacaba possui características nutricionais que podem ser melhor avaliadas, devido, principalmente, aos elevados teores de proteína e fibra bruta em relação a outros resíduos agroindustriais. A embalagem aluminizada a vácuo é mais eficiente em manter a luminosidade e o pH do resíduo por até 120 dias. Entretanto, mais estudos devem ser realizados a fim de recomendar esse resíduo para uso em novos produtos alimentícios.

Agradecimento

Os autores agradecem a Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (Funtac) pelo empréstimo de equipamento, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Acre (Fapac)/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas, o projeto Reca (Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado) pelo fornecimento dos frutos e aos empregados da Embrapa Acre pelo experimento.

Referências

- ÁLVARES, V. S.; SOUZA, J. M. L. **Extração de óleo do mesocarpo de bacaba**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 15 p.
- ANSILIERO, R.; CANDIAGO, N. T.; COMUNELLO, H. H.; MORAES, J. D.; SIMON, G.; SOUZA, E. L. de. Alternativas para aproveitamento de resíduos de frutas – uma revisão. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Videira**, v. 5, e24976, 2020. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/apeuv/article/view/24976>. Acesso em: 31 ago. 2020.
- AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 19. ed. Arlington, 2012. V.2. 559 p.
- ARANHA, J. B.; NEGRI, T. C.; MARTIN, J. G. P.; SPOTO, M. H. F. Efeito da radiação gama nos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e compostos fenólicos de farinha de resíduos de frutas durante armazenamento. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 20, e2016123, 2017.
- CARVALHO, C. O. de. **Comparação entre métodos de extração do óleo de *Mauritia flexuosa* L.f. (ARECACEAE – buriti) para uso sustentável na reserva de desenvolvimento Tupé: rendimento e atividade antimicrobiana**. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais) – Escola Superior de Ciência da Saúde, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus.
- CHAVES, M. A.; MENDONÇA, C. R. B.; BORGES, C. D.; PORCU, O. M. Elaboração de biscoito integral utilizando óleo e farinha da polpa de abacate. **B. CEPPA**, v. 31, n. 2, p. 215-226, 2013.
- FEITOSA, B. F.; OLIVEIRA, E. N. A.; OLIVEIRA NETO, J. O.; OLIVEIRA, D. B.; FEITOSA, R. M. Cinética de secagem dos resíduos da agroindústria processadora de polpa de frutas. **Energia na Agricultura**, v. 34, n. 1, p. 134-141, 2019.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- IBGE. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro, v. 43, 2016. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2016_v43_br.pdf. Acesso em: 31 ago. 2020.
- KAEFER, S.; FOGAÇA, A. O.; STORCK, C. R.; KIRSTEN, V. R. Bolo com farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*): análise da composição centesimal e sensorial. **Alim. Nutr.= Brazilian Journal Food Nutrition**, v. 24, n. 3, p. 347-352, 2013.
- OLIVEIRA, J. **Extração e caracterização de pectina da farinha do mesocarpo de babaçu**. 2019. 49 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ariquemes.
- SANTOS, M. J. T. **Aproveitamento de resíduos da indústria de óleos vegetais produzidos na Amazônia**. 2014. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém.
- SILVEIRA, A. L. M. **Aproveitamento da torta residual proveniente da extração do óleo da amêndoa de macaúba (*Acrocomia aculeata*) para produção de farinha destinada à alimentação humana**. 2014. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- UCHOA, A. M. A.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; SILVA, E. M. C.; CARVALHO, A. F. F. U.; MEIRA, T. R. M. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 15, n. 2, p. 58-65, 2008.
- VERIDIANO, F. C. **Aproveitamento da torta residual da extração do óleo da polpa de macaúba para fins alimentícios**. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Uso de Drone para Mapeamento de Açaizeiros na Amazônia Ocidental

Caio Alexandre Nascimento Santos¹, Daniel de Almeida Papa², Laryssa dos Santos Prado³, Evandro Orfanó Figueiredo⁴ e Evandro José Linhares Ferreira⁵

¹Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Acre, estagiário na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheiro florestal, mestre em Recursos Florestais, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Graduanda em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Acre, estagiária na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência de Florestas Tropicais/Manejo Florestal, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁵Engenheiro-agrônomo, Ph.D em Ciência de Plantas, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Rio Branco, AC.

Resumo – No manejo florestal da Amazônia, o inventário florestal de campo é uma atividade onerosa, de difícil execução e sujeita a falhas. A aplicação das geotecnologias nas atividades florestais vem sendo primordial para aperfeiçoar a qualidade e eficiência das atividades de campo. Esta pesquisa tem como objetivo comparar o inventário censitário de palmeiras da espécie *Euterpe precatoria* Mart. (açaí-solteiro) feito em campo com a identificação visual a partir de ortofotos de alta resolução geradas pelo sobrevoo com drone. O estudo foi realizado no campo experimental da Embrapa Acre, sendo analisados densidade absoluta, diâmetro à altura do peito (DAP) e altura das palmeiras. Como resultado, é possível afirmar que a identificação visual localizou 2,77 vezes mais palmeiras que o trabalho de campo. Isso pode ser explicado pela alta ocorrência das palmeiras em áreas de difícil acesso durante o inventário de campo, como brejo e Área de Preservação Permanente. Entretanto, não é possível avaliar parâmetros como diâmetro, altura e produção a partir da ortofoto obtida com o drone. Os dados mostraram a eficácia do inventário com drone, mas não excluem a utilização do método tradicional de inventário. Logo, é possível otimizar o inventário de campo fornecendo dados levantados preliminarmente com o drone.

Termos para indexação: *Euterpe precatoria*, inventário florestal, manejo florestal.

Introdução

O bioma Amazônia abrange uma área de 4,2 milhões de km² (49,3% do território nacional) e é formado, principalmente, por florestas densas e abertas, porém abriga uma diversidade de outros ecossistemas, como florestas estacionais, florestas de igapó, campos alagados, várzeas, savanas, refúgios montanhosos, campinaranas e formações pioneiras (Serviço Florestal Brasileiro, 2020). Esse bioma, que abriga a maior rede hidrográfica do mundo e concentra 15% das águas doces superficiais não congeladas do planeta, é fonte de alta biodiversidade com vasto estoque de madeira comercial, de carbono e uma grande variedade de produtos florestais não madeireiros. Toda essa riqueza natural da Floresta Amazônica permite que populações tradicionais, extrativistas, pequenos agricultores, cooperativas e indústria do setor florestal tirem proveito comercial da floresta sem afetar a continuidade dessa forma de uso da terra.

Diante de tamanha biodiversidade, o uso dos recursos florestais da região Amazônica não pode ser explorado de qualquer forma. Para isso, faz-se necessário a utilização do manejo florestal como forma de gerenciar os recursos da floresta de modo sustentável, conforme a legislação federal (Brasil, 2006). Uma das etapas primordiais do manejo florestal é o inventário – levantamento da

vegetação na área de interesse. Há diversos tipos de inventário (amostral, diagnóstico, censitário e de monitoramento) que podem ser utilizados de acordo com o objetivo do projeto (Papa, 2018). Independentemente do tipo de inventário, essa atividade pré-exploratória é onerosa, de difícil execução e sujeita a falhas.

Com os avanços tecnológicos na última década, o uso das geotecnologias aperfeiçoou a qualidade e eficiência das atividades de campo no manejo florestal (Braz et al., 2007). Receptores de sinal de dezenas de satélites GNSS, imagens orbitais de alta qualidade, desenvolvimento de sensores ativos como o Lidar (Light Detection and Ranging) e, mais recentemente, a popularização dos drones no mapeamento de propriedades rurais, têm transformado a forma como se faz manejo florestal na Amazônia. As imagens de alta resolução (5 cm) combinadas com ferramentas da indústria 4.0, como aprendizagem de máquinas e inteligência artificial, podem representar um salto para o futuro da atividade de inventário florestal em planos de manejo na região Amazônica.

Sendo assim, esta pesquisa tem como objetivo comparar o inventário censitário de palmeiras da espécie *Euterpe precatoria* Mart. (açaí-solteiro) realizado em campo com a identificação visual feita em ortofotos de alta resolução geradas a partir de sobrevoo aéreo com drone.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi conduzido no campo experimental da Embrapa Acre (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), localizado no município de Rio Branco, AC (10° 01' 22" S, 67° 40' 3" W), às margens da BR-364, entre 2019 e 2020 (Figura 1). A área florestal da propriedade possui 960 hectares e, em 2015, foi realizado um inventário florestal 100% (censo) em 800 hectares. Uma parte menor dessa área (88 hectares) foi selecionada e mapeada com drone para a realização deste estudo. A hidrografia da área é caracterizada por uma vasta rede de drenagem derivada do Igarapé Liberdade, que corta a propriedade no sentido sul/norte (Rodrigues et al., 2001). A altimetria do terreno tem amplitude de 63 m, variando de 147 m a 210 m de altitude. O relevo varia de plano a ondulado e o solo tem alta concentração de argila de baixa permeabilidade (Rodrigues et al., 2001). A classificação climática da região, conforme Köppen, é Aw (Álvares et al., 2013), equatorial quente e úmido, com temperatura média anual de 24,3 °C e precipitação média anual de 1.950 mm (Acre, 2010).

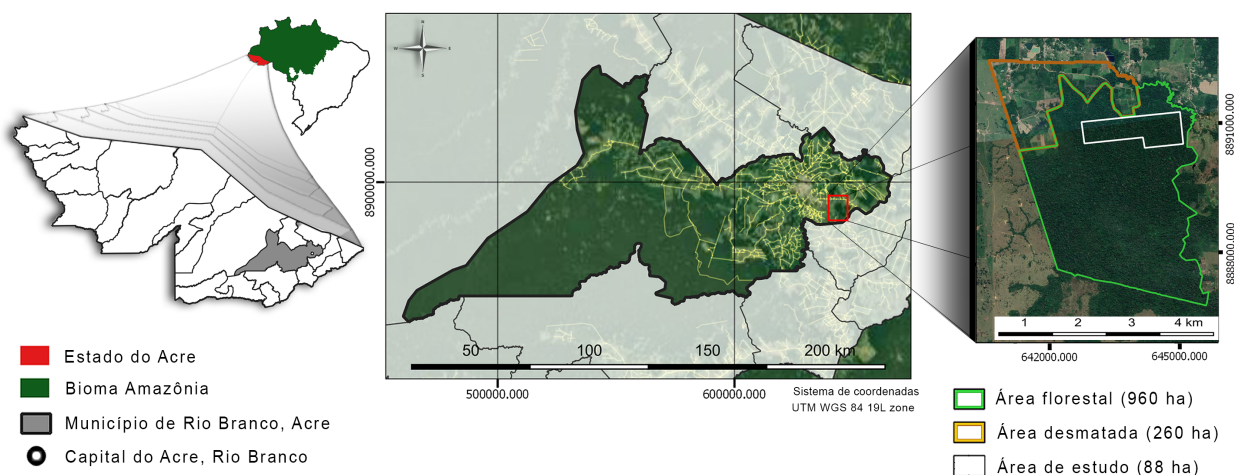


Figura 1. Mapa de localização do campo experimental da Embrapa Acre.

A vegetação da área de estudo é caracterizada por um gradiente de floresta densa, com ocorrência de clareiras, manchas de floresta secundária com presença de cipós e bambu, e floresta aberta com ocorrência de palmeiras (Oliveira, 1994; Rodrigues et al., 2001). As espécies de palmeiras mais comuns são jaci (*Attalea butyracea*), paxiubão (*Iriartea deltoidea*), patauá (*Oenocarpus bataua* Mart.) e açaí (*E. precatoria*).

Inventário censitário de campo

O inventário 100% foi realizado por equipe de campo, composta por três pessoas de empresa contratada para mapear, identificar e medir o diâmetro e altura total de todas as palmeiras de açaí (*Euterpe precatoria* Mart.), com diâmetro a partir de 10 cm a 1,30 m de altura do solo, localizadas na área de estudo. As informações coletadas foram analisadas e processadas em planilha eletrônica, da qual foram extraídas estatísticas de distribuição do diâmetro e altura, como média, máxima e mínima, além da densidade de indivíduos por hectare.

Inventário com drone

O sobrevoo foi realizado em 2017, com um veículo aéreo não tripulado, modelo Phantom 4, da marca DJI, com sensor embarcado RGB de 20 megapixel de resolução e 24 mm de distância focal. A câmera ficou acoplada a um gimbal eletrônico de três eixos que garantiu a estabilidade das fotos. O voo foi realizado a 120 m de altura da superfície da floresta, sob uma velocidade de 47 km/h. Foram realizadas dez linhas de voo, com uma sobreposição lateral de 86% e sobreposição horizontal de 86,36%. Após o voo, as fotos foram processadas no programa PIX4D para geração de ortofoto de 4 cm de resolução final. A imagem foi submetida à análise visual para delimitação de todas as copas de açaí-solteiro identificadas a olho nu. Para isso foi utilizado o programa QGIS e foram realizadas duas excursões de validação da espécie em campo com ajuda de especialistas. As informações geradas a partir da ortofoto foram tabuladas em planilha eletrônica, sendo extraídas métricas de distribuição, como densidade de palmeiras por hectare.

Análise estatística

Os dados resultantes do inventário de campo e do inventário obtido a partir da imagem de drone foram comparados quanto às características quantitativas e qualitativas a fim de se identificar suas principais diferenças em termos de densidade na área, considerando as diversas metodologias de inventário.

Resultados e discussão

O inventário de campo resultou em 155 indivíduos medidos, com diâmetro mínimo de 10 cm e máximo de 28 cm. O diâmetro médio das palmeiras mapeadas foi de 16,5 cm. A altura média estimada do açaí-solteiro foi de 15 m, variando de 5 m a 20 m. A densidade de palmeiras obtida por esse inventário foi de 1,7 indivíduo por hectare.

O sobrevoo com uso de drone resultou em 1.424 fotos, totalizando 240 minutos de voo. A identificação visual de palmeiras de açaí a partir da ortofoto resultou em 430 copas identificadas. A densidade de indivíduos de palmeiras obtida foi de 4,89 indivíduos por hectare. Houve uma grande disparidade no número de indivíduos, pois a metodologia tradicional (campo) apresentou uma quantidade bem abaixo do outro método (Tabela 1). Ao comparar os resultados obtidos, observou-

se que a análise visual na ortofoto identificou 2,77 vezes mais palmeiras que a equipe de campo. Isso se deve às características da copa de *E. precatoria*, pois essa espécie tende a competir por luz e, conseqüentemente, se destaca no dossel da floresta. Além disso, cerca de 10% dos pontos do inventário de campo não coincidiram com os encontrados na classificação por ortofoto (Figura 2), devido a alguns fatores, tais como altura dos indivíduos (abaixo de 10 m), erro do GPS e falha humana na identificação das copas.

Tabela 1. Estatística de distribuição das variáveis diâmetro e altura dos pés de açaí-solteiro mapeados no inventário censitário realizado na área de estudo.

Tipo de inventário	Número de palmeiras	Diâmetro médio do fuste	Densidade de indivíduos (ind./ha)
Campo	155	16,5	1,7
Drone	430	-	4,89

O hífen (-) representa um dado que não pode ser obtido pelo método utilizando drone.

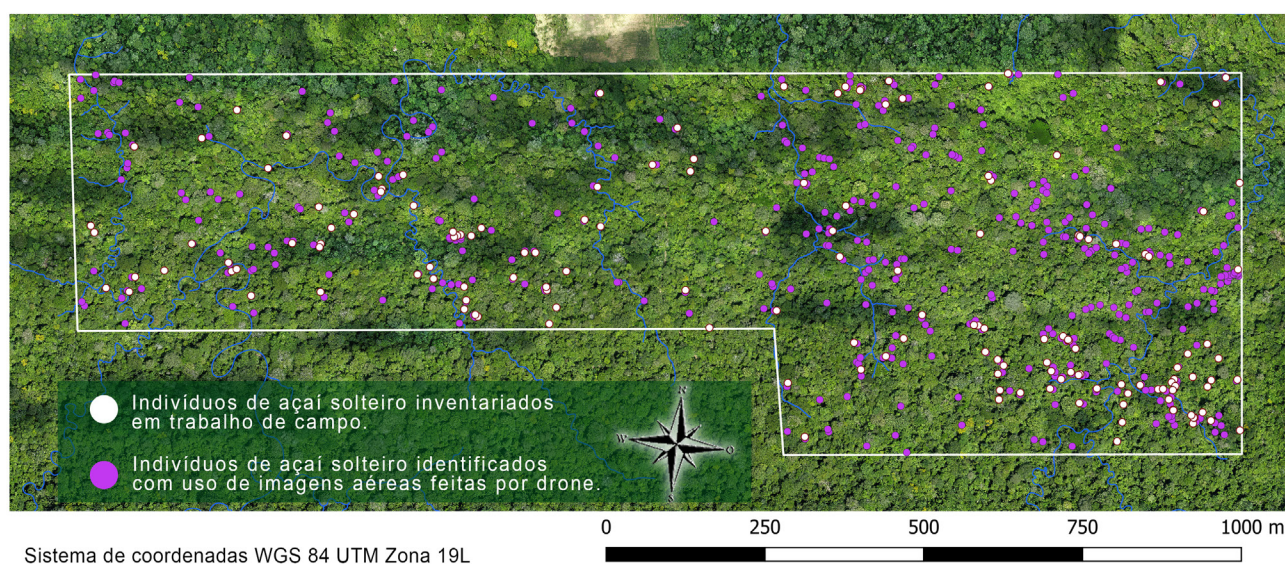


Figura 2. Exemplos de indivíduos identificados pelo inventário e pela ortofoto.

Os dados observados corroboram com os resultados obtidos por Figueiredo et al. (2018). Os autores compararam dois métodos de identificação, sendo um deles a utilização de ortofoto. Eles avaliaram os métodos em dois ambientes, e para ambos o método utilizando ortofoto se destacou. No ambiente 01 foram observadas 2,2 palmeiras por hectare (orto) e 1 palmeira por hectare (nuvem de pontos), já no ambiente 02 foram obtidas 30,6 palmeiras por hectare (orto) e 28,2 palmeiras por hectare (nuvem de pontos).

Um dos motivos que pode explicar a grande diferença na densidade de palmeiras entre os dois métodos é a falha humana no levantamento de campo. O trabalho de campo exige esforço físico, habilidades motoras e sensoriais (visão) e é realizado em um ambiente hostil que desgasta o trabalhador e impede sua alta produtividade laboral. Além disso, em áreas de brejo, baixio e margem de rios e igarapés, a incidência da palmeira costuma ser mais alta e o acesso mais difícil. Como consequência, o inventário de campo deixa de mapear a ocorrência real de palmeiras, pois tem parâmetros de avaliação da população de indivíduos do açaí-solteiro.

Com a utilização do drone, esses desafios são superados. As fotografias de alta resolução espacial tornam mais fácil a identificação de indivíduos a olho nu. Porém, a utilização dessa tecnologia também apresenta limitações, estando associadas às condições climáticas. Além disso, existem variáveis que não podem ser obtidas dessa forma, sendo necessário realizar o inventário tradicional.

Conclusões

A identificação visual de açaizeiros por meio de ortofoto para fins de contagem de indivíduos se mostrou muito eficiente quando comparada ao método tradicional de inventário florestal. Entretanto, o uso do drone não permitiu a obtenção de variáveis como diâmetro, qualidade do fuste e o estado fenológico dos indivíduos de açaí. Portanto, o uso das geotecnologias não substitui a necessidade do trabalho de campo.

Quanto à continuidade desta pesquisa, acredita-se que a determinação de variáveis do dossel da floresta e da copa do açaí, por meio da ortofoto obtida por drone, é o próximo passo que precisa ser dado em estudos dessa natureza, como também que as variáveis da parte superior da floresta têm boa correlação com as variáveis de campo, como por exemplo: diâmetro, perímetro e altura da copa.

Agradecimento

Os autores agradecem o Grupo de Pesquisa em Mapeamento Florestal (GPMAF) que organizou a base de dados para este trabalho; e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), pelo financiamento da bolsa do estagiário pelo projeto Manejo Florestal e Extrativismo (MFE na Amazônia), vinculado ao Fundo Amazônia.

Referências

ACRE (Estado). Zoneamento ecológico econômico do Acre. **Fase II – escala 1:250.000 – documento síntese**. 2. ed. Rio Branco, AC: SEMA, 2010. (Coleção Temática do ZEE; v. 4).

ÁLVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, dez. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa n. 5, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Seção 1, Brasília, 13 dez. 2006. Disponível em: <http://exmam.com.br/ar/IN05-06doMMA-manejoflorestal.pdf>. Acesso em: 6 set. 2020.

BRAZ, M. E.; FIGUEIREDO, E. O.; OLIVEIRA, M. V. N. d'; PASSOS, C. A. M. Manejo florestal de precisão: modelo digital de exploração e manejo de florestas naturais. In: FIGUEIREDO, E. O.; BRAZ, E. M.; OLIVEIRA, M. V. N. d' (Ed.). **Manejo de precisão em florestas tropicais: modelo digital de exploração florestal**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2007. p. 17-29.

FIGUEIREDO, E. O.; FIGUEIREDO, S. M. de M.; OLIVEIRA, M. V. N. d'. Inventário florestal de palmáceas na Amazônia com o emprego de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, 10., 2018, Natal. **Anais...** Natal: UFRN. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2018. p. 703-707.

OLIVEIRA, M. V. N. d'. **Composição florística e potenciais madeireiro e extrativista em uma área de floresta no Estado do Acre**. Rio Branco, AC: EMBRAPA-CPAF-Acre, 1994. (EMBRAPA-CPAF-AC. Boletim de pesquisa, 9).

PAPA, D. de A. **Impacto do manejo de precisão em florestas tropicais**. 2018. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Silvicultura e Manejo Florestal) – Programa de Pós-Graduação Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RODRIGUES, T. E.; SILVA, J. M. L. da; CORDEIRO, D. G.; A. GOMES, T. C. de A.; CARDOSO JÚNIOR, E. Q. **Caracterização e classificação dos solos do Campo Experimental da Embrapa Acre, Rio Branco, Estado do Acre**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 43 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 122).

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **SNIF – Sistema Nacional de Informações Florestais**. Disponível em: <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/os-biomas-e-suas-florestas>. Acesso em: 6 set. 2020.

Transferibilidade de Marcadores Microssatélites Desenvolvidos a partir de RNA-Seq de Amendoim Forrageiro

Jônatas Chagas de Oliveira¹, André Lucas Domingos da Silva², Carla Cristina da Silva³, Anete Pereira de Souza⁴, Eduardo Fernandes Formighieri⁵, Luciélcio Manoel da Silva⁶ e Tatiana de Campos⁷

¹Biólogo, estudante do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Recursos Genéticos da Rede Bionorte, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

²Biólogo, estudante do Programa de Pós-Graduação em

Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

³Bióloga, doutora em Genética e Biologia Molecular, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

⁴Engenheira-agrônoma, Ph.D. em Biologia Celular e Molecular, professora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

⁵Engenheiro-agrônomo, doutor em Biologia Funcional e Molecular, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF.

⁶Engenheiro-agrônomo, doutor em Biotecnologia e Biodiversidade, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁷Bióloga, doutora em Genética e Biologia Molecular, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) apresenta destaque expressivo que traduz a sua importância econômica e ambiental em pastagens. Porém, ainda são poucas as variedades disponíveis para cultivo. O uso de marcadores moleculares baseados em RNA-Seq é vantajoso, pois são derivados de genes que podem estar relacionados com características fenotípicas de interesse agrônomo. Assim, o objetivo deste trabalho foi testar a transferibilidade de marcadores microssatélites desenvolvidos a partir de RNA-Seq de *Arachis pintoi* para *Arachis repens* e o amendoim comum (*Arachis hypogaea* L.). Trinta e três locos microssatélites foram analisados, dos quais 28 apresentaram amplificação em todas as espécies. Tal resultado indica que esses locos são altamente conservados. A maior taxa de transferibilidade foi observada em *A. repens* (100%), espécie pertencente à mesma seção taxonômica que *A. pintoi*. Cinco locos amplificaram apenas em *A. repens*. Isso sugere alterações nas regiões flangeadoras dos locos em *A. hypogaea*, impedindo o anelamento correto dos *primers*. Em *A. hypogaea* a taxa foi de 84,85%. A anotação funcional dos locos identificou similaridade com proteínas relacionadas ao crescimento, desenvolvimento e diferenciação de células e tecidos, e resistência a patógenos. Esses dados indicam o potencial informativo dos novos locos e podem ser usados em programas de melhoramento.

Termos para indexação: *Arachis pintoi*, taxa de transferibilidade, genoma funcional.

Introdução

Diante da crescente tendência da pecuária sustentável, o uso do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Greg., Fabaceae) em pastagens consorciadas com gramíneas tem sido uma alternativa relevante. Além de contribuir na fixação biológica de nitrogênio no solo, possui alto valor nutricional, reduzindo o período de engorda do gado em até 8 meses (Oliveira; Campos, 2019). Em 2019, o amendoim forrageiro teve um impacto econômico positivo de R\$ 91 milhões para os produtores no estado do Acre (Embrapa, 2020). Apesar desses fatores, o número de cultivares disponíveis ao produtor é pequeno e o custo de implantação da cultura elevado quando comparado com outras forrageiras.

Para aumentar a velocidade e eficiência da seleção de genótipos superiores e desenvolvimento de novas cultivares, os programas de melhoramento têm adotado genotipagem por marcadores

moleculares. Dentre esses, os microssatélites (SSR) possuem características ideais: elevado polimorfismo, natureza multialélica e codominante, além de elevada transferibilidade entre espécies (Hodel et al., 2016). Entretanto, o seu desenvolvimento é laborioso e de alto custo. Por esse motivo, o uso de RNA-Seq (RNA Sequencing) é interessante, pois permite o desenvolvimento de milhares de marcadores moleculares com menor custo e trabalho laboratorial quando comparado às técnicas tradicionais (Taheri et al., 2018). Além disso, marcadores baseados em RNA são derivados de regiões expressas do genoma que podem estar relacionadas com características fenotípicas de interesse agrônomo, o que é extremamente importante para os programas de melhoramento (Poczai et al., 2013).

Os marcadores microssatélites heterólogos têm sido ferramentas importantes, especialmente em espécies com poucos marcadores disponíveis. Em *A. pintoi*, microssatélites heterólogos gênicos foram utilizados em estudos de avaliação de germoplasma, identificação de híbridos e determinação da taxa de cruzamento (Azêvedo et al., 2016; Campos et al., 2016; Oliveira et al., 2019). Assim, este trabalho teve como objetivo testar a transferibilidade de marcadores microssatélites desenvolvidos a partir de RNA-Seq de *A. pintoi* para *A. repens* e para o amendoim comum (*A. hypogaea* L.).

Material e métodos

Foram utilizadas duas espécies do gênero *Arachis*: *A. hypogaea* (BRS 421) e *A. repens* (Nc1579). O DNA genômico foi extraído de folhas frescas utilizando o método de CTAB modificado (Campos et al., 2016).

Trinta e três microssatélites desenvolvidos a partir do transcriptoma de folhas de *A. pintoi* foram utilizados (dados não publicados). A taxa de transferibilidade foi realizada avaliando a presença ou ausência de produtos em eletroforese em gel de agarose 3% de acordo com a fórmula:

$$\text{Transferibilidade (\%)} = \frac{\text{número de locos transferíveis}}{\text{número de locos testados}} \times 100$$

A anotação funcional dos locos foi realizada por meio da busca por homologia no banco de dados não redundante (nr) do NCBI, utilizando a função BLASTX do programa Blast2GO⁸ e aplicando os parâmetros padrões.

Resultados e discussão

Os locos apresentaram taxa de transferibilidade variável. A maior porcentagem foi observada na espécie *A. repens* (100%). *Arachis hypogaea* apresentou taxa pouco inferior (84,85%, 28 locos). O sucesso absoluto da taxa de transferibilidade observada em *A. repens* demonstra a natureza monofilética com *A. pintoi*. Ambas as espécies pertencem à mesma secção taxonômica (*Caulorrhizae*) e ocorrem na mesma região geográfica. Estudos genéticos detectaram que possuem genomas similares derivados de um ancestral comum (Friend et al., 2010; Azêvedo et al., 2016). Espera-se que marcadores baseados em RNA sejam transferíveis entre espécies e gêneros relacionados, pois os *primers* são projetados a partir de regiões codificantes conservadas do genoma. No entanto, o sucesso da transferência também pode estar relacionado à complexidade genômica, distância

⁸ Disponível em: <https://www.blast2go.com/>.

taxonômica e a função/evolução do gene a partir do qual os *primers* de sequências expressas (EST) são derivados (Poczai et al., 2013). O menor percentual de transferibilidade observado em *A. hypogaea*, pertencente à seção *Arachis*, é resultado das diferenças genômicas estruturais entre as duas espécies mais distantes filogeneticamente. Huang et al. (2016) testaram a transferibilidade de locos desenvolvidos a partir de RNA-Seq em diferentes espécies do gênero *Arachis* e encontraram taxa de transferibilidade similar (36,4% a 100%) à observada no presente estudo, demonstrando a qualidade dos locos desenvolvidos e o potencial de seu uso no programa de melhoramento do amendoim.

A partir da anotação funcional identificou-se homologia para 22 locos. O loco Ap(TCT)118 mostrou similaridade com *replication protein A 70 kDa DNA-binding subunit B-like isoform X4* (RPA1B), a qual pode atuar principalmente no reparo do DNA (Ishibashi et al., 2005). Esse foi um dos locos que apresentou problemas de amplificação em *A. hypogaea*. O fato de tratar-se de uma proteína que está presente em várias espécies indica que alterações nos desenhos dos *primers* desse e dos demais locos que não amplificaram em *A. hypogaea* podem solucionar esse problema.

Os genes *probable flavin-containing monooxygenase 1* (FMO1) e *IQ-DOMAIN 1* (IQD1) (Ap(AT)40 e Ap(TC)99, respectivamente) têm papel importante nos mecanismos de resistência a patógenos e defesa nas plantas (Levy et al., 2005; Bartsch et al., 2006). A análise de expressão diferencial poderá auxiliar na identificação de genótipos com resistência a patógenos.

Os genes *conserved oligomeric Golgi complex subunit* (COG), *APETALA* (AP) e *CAULIFLOWER A* (CAL-A) estão relacionados com a correta formação de flores, pólen e sementes. Alterações no gene COG (Ap(GA)39) resultam em modificações no complexo de Golgi, crescimento irregular de meristemas apicais, folhas, tubos polínicos, falha na germinação de sementes e coloração anormal de embriões (Ishikawa et al., 2008; Tan et al., 2016; Rui et al., 2020). Os genes AP e CAL-A (Ap(GA)29 e Ap(GA)111, respectivamente) estão envolvidos nas vias metabólicas responsáveis pelo desenvolvimento correto de sépalas e pétalas em flores, assim como o AP1 tem um papel chave nos genes de florescimento, alterando de crescimento vegetativo para reprodutivo (Fang et al., 2000; Liu et al., 2007).

Assim, os novos marcadores podem estar relacionados a importantes características e apresentaram polimorfismo sobre o tamanho da região genômica. Estudos de validação de expressão poderão auxiliar na identificação de genótipos promissores para o programa de melhoramento.

Conclusões

Os novos marcadores microssatélites desenvolvidos a partir de RNA-Seq apresentaram elevada taxa de transferibilidade entre as espécies analisadas e podem auxiliar na identificação de genótipos com problemas reprodutivos e resistência a patógenos, reduzindo o tempo e recursos necessários para o desenvolvimento de novas cultivares no programa de melhoramento de *Arachis*.

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, 2016.

BARTSCH, M.; GOBBATO, E.; BEDNAREK, P.; DEBEY, S.; SCHULTZE, J. L.; BAUTOR, J.; PARKER, J. E. Salicylic acid-independent ENHANCED DISEASE SUSCEPTIBILITY1 signaling in *Arabidopsis* immunity and cell death is regulated by the Monooxygenase *FMO1* and the Nudix Hydrolase *NUDT7*. **Plant Cell**, v. 18, n. 4, p. 1038-1051, Apr. 2006.

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 microsatélite**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. 29 p. (Embrapa Acre. Documentos, 146). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156276/1/26263.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

EMBRAPA. **Balanco Social** 2019. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://bs.sede.embrapa.br/2019/balancosocialembrapa2019print.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2020.

FANG, L. X.; SHEN, R. J.; LIU, P. L.; TANG, Z. C.; HE, Y. K. Molecular characters and morphological genetics of CAL gene in Chinese cabbage. **Cell Research**, v. 10, n. 1, p. 29-38, Mar. 2000.

FRIEND, S. A. D.; QUANDT, S. P.; TALLURY, H. T.; STALKER, K. W. H. Species, genomes, and section relationships in the genus *Arachis* (Fabaceae): a molecular phylogeny. **Plant Systematics and Evolution**, v. 290, p. 185-199, 2010.

HODEL, R. G. J.; SEGOVIA-SALCEDO, M. C.; LANDIS, J. B.; CROWL, A. A.; SUN, M.; LIU, X.; GITZENDANNER, M. A.; DOUGLAS, N. A.; GERMAIN-AUBREY, C. C.; CHEN, S.; SOLTIS, D. E.; SOLTIS, P. S. The report of my death was an exaggeration: a review for researchers using microsatellites in the 21st century. **Applications in Plant Sciences**, v. 4, n. 6, 1600025, 2016.

HUANG, L.; WU, B.; ZHAO, J.; LI, H.; CHEN, W.; ZHENG, Y.; REN, X.; CHEN, Y.; ZHOU, X.; LEI, Y.; LIAO, B.; JIANG, H. Characterization and transferable utility of microsatellite markers in the wild and cultivated *Arachis* species. **PLoS One**, v. 11, n. 5, e0156633, 2016.

ISHIBASHI, T.; KOGA, A.; YAMAMOTO, T.; UCHIYAMA, Y.; MORI, Y.; HASHIMOTO, J.; KIMURA, S.; SAKAGUCHI, K. Two types of replication protein A in seed plants: characterization of their functions *in vitro* and *in vivo*. **FEBS Journal**, v. 272, v. 13, p. 3270-3281, July 2005.

ISHIKAWA, T.; MACHIDA, C.; YOSHIOKA, Y.; UEDA, T.; NAKANO, A.; MACHIDA, Y. EMBRYO YELLOW gene, encoding a subunit of the conserved oligomeric Golgi complex, is required for appropriate cell expansion and meristem organization in *Arabidopsis thaliana*. **Genes to Cells**, v. 13, p. 521-535, 2008.

LEVY, M.; WANG, Q.; KASPI, R.; PARRELLA, M. P.; ABEL, S. *Arabidopsis* IQD1, a novel calmodulin-binding nuclear protein, stimulates glucosinolate accumulation and plant defense. **The Plant Journal**, v. 43, n. 1, p. 79-96, July 2005.

LIU, C.; ZHOU, J.; BRACHA-DRORI, K.; YALOVSKY, S.; ITO, T.; YU, H. Specification of *Arabidopsis* floral meristem identity by repression of flowering time genes. **Development**, v. 134, p. 1901-1910, 2007.

OLIVEIRA, J. C.; CAMPOS, T. Tecnologias em genética molecular para intensificação do uso de amendoim forrageiro em pastagens na Amazônia. In: MENEGUETTI, D. U. O.; CARVALHO, C. M.; ZAN, R. A.; SILVA, R. P. M. (Org.). **Ciência, Inovação e Tecnologia na Amazônia**. Rio Branco, AC: Stricto Sensu, 2019. p. 105-119.

OLIVEIRA, J. C.; RUFINO, P. B.; AZÊVEDO, H. S. F. S.; SOUSA, A. C. B.; ASSIS, G. M. L.; SILVA, L. M.; SEBBENN, A. M.; CAMPOS, T. Inferring mating system parameters in forage peanut, *Arachis pintoi*, for Brazilian Amazon conditions. **Acta Amazonica**, v. 49, n. 4, p. 277-282, 2019.

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, n. 6, p. 1-31, 2013.

RUI, Q.; WANG, J.; LI, Y.; TAN, X.; BAO, Y. *Arabidopsis* COG6 is essential for pollen tube growth and Golgi structure maintenance. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 528, n. 3, p. 447-452, July 2020.

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.

TAN, X.; CAO, K.; LIU, F.; LI, Y.; LI, P.; GAO, C.; DING, Y.; LAN, Z.; SHI, Z.; RUI, Q.; FENG, Y.; LIU, Y.; ZHAO, Y.; WU, C.; ZHANG, Q.; LI, Y.; JIANG, L.; BAO, Y. *Arabidopsis* COG complex subunits COG3 and COG8 modulate golgi morphology, vesicle trafficking homeostasis and are essential for pollen tube growth. **PLoS Genet**, v. 12, n. 7, e1006140, 2016.

Concentração de Açafrão-da-Terra na Fabricação de Farinha de Mandioca com Base na Caracterização e Classificação

João Paulo dos Santos de Sena¹, Virgínia de Souza Álvares², Joana Maria Leite de Souza³, Daniel Moreira Lambertucci⁴, Esdras Sivaldo Honorato Santos⁵ e Antônio Clebson Cameli Santiago⁶

¹Graduando em Agroecologia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Cruzeiro do Sul, AC.

²Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Zootecnista, mestre em Zootecnia, analista da Embrapa Acre, Setor de Gestão de Transferência de Tecnologias no Juruá, Cruzeiro do Sul, AC.

⁵Graduando em Ciências Biológicas pela União Educacional do Norte, Rio Branco, AC.

⁶Técnico agrícola, Secretaria de Estado de Produção e Agronegócio, Cruzeiro do Sul, AC.

Resumo – Com o objetivo de identificar a quantidade de açafrão-da-terra a ser adicionada na fabricação de farinha de mandioca, farinhas com diferentes concentrações foram produzidas em Cruzeiro do Sul, Acre. Os tratamentos utilizados foram: T1 = desuso de açafrão-da-terra na fabricação da farinha; T2 = 0,25% de açafrão-da-terra; T3 = 0,50% de açafrão-da-terra (média utilizada pelos produtores locais); T4 = 0,75% de açafrão-da-terra; e T5 = 1% de açafrão-da-terra. As raízes foram pesadas com casca e foi calculado o rendimento da farinha produzida. As farinhas foram classificadas e analisadas em relação à composição centesimal, teor de amido, acidez, pH, atividade de água e características de cor (L^* , a^* , b^*). A concentração de açafrão interferiu na umidade, cinzas, acidez, pH, atividade de água e características de cor, não afetando a sua classificação. A farinha produzida com a concentração comumente utilizada pelos produtores não diferiu em termos de proteína, extrato etéreo, fibra, teor de amido, acidez e pH em comparação com a farinha sem açafrão. Entretanto, a farinha com 0,5% apresentou um teor de umidade e cinzas maior, bem como uma coloração mais amarelada e mais escura do que a farinha sem açafrão.

Termos para indexação: *Curcuma longa*, indicação geográfica, Regional do Juruá.

Introdução

A farinha de mandioca produzida na Regional do Juruá recebeu a concessão de indicação geográfica (IG), na modalidade indicação de procedência, pelo Instituto Nacional da Propriedade Intelectual em 2017 (Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2020). Esse reconhecimento traduz uma cultura e um saber-fazer diferenciado de décadas, com a tipicidade incomparável, preferência da população e renome que atravessou as fronteiras do estado.

Mesmo com a concessão do selo de IG do território vinculado à fabricação da “farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul”, existe uma grande desuniformidade de algumas características do produto em função do seu caráter artesanal, dentre elas, a coloração pelo uso do açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.). O açafrão-da-terra é citado na literatura com vários benefícios medicinais (Marchi et al., 2016), dentre eles a atividade anti-inflamatória (Grasso et al., 2017). Contudo, essa desuniformidade da coloração da farinha se dá porque os produtores desconhecem a concentração ideal de açafrão do tipo especiaria que pode ser adicionado ao produto, a fim de proporcionar a coloração adequada, de acordo com a preferência do consumidor, bem como o atendimento aos requisitos de identidade e qualidade constantes na legislação específica. Álvares et al. (2015) analisaram a influência de diferentes concentrações de açafrão-da-terra na composição centesimal da farinha de mandioca

e observaram que o aumento na concentração interferiu no teor de cinzas do produto. Porém, os autores utilizaram concentrações baixas de açafrão, uma vez que a quantidade usada pelos produtores consultados na ocasião foi de 0,003%.

Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar a concentração de açafrão-da-terra a ser adicionado na fabricação de farinha de mandioca amarela em Cruzeiro do Sul, Acre, com base na caracterização e classificação do produto.

Material e métodos

Em uma casa de farinha de Cruzeiro do Sul, Acre, as farinhas foram produzidas do modo tradicional da região, alterando a concentração de açafrão antes da trituração das raízes. O açafrão em pó utilizado (Figura 1A) foi preparado pelo próprio agricultor, a partir de raízes de *Curcuma longa* L. (Figura 1B), cultivada em sua propriedade. Os tratamentos com gradientes crescentes de açafrão-da-terra utilizados foram: T1 = desuso de açafrão-da-terra na fabricação da farinha; T2 = uso de 0,25%; T3 = uso de 0,50% (média utilizada pelos produtores locais); T4 = uso de 0,75%; e T5 = uso de 1% em relação à massa de mandioca descascada. Após a produção foi calculado o rendimento de cada processo, por meio da relação entre o peso das farinhas fabricadas e o peso das raízes com casca. Para cada repetição foram coletadas três amostras de 500 g de farinha em sacos plásticos transparentes, colocados em embalagens secundárias ao abrigo da luz, as quais foram transportadas via aérea para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Acre, em Rio Branco.

No laboratório as amostras foram homogeneizadas e analisadas quanto à umidade, em estufa com circulação de ar a 105 °C/8 horas (AOAC, 2012); cinzas, por incineração em mufla a 540 °C (AOAC, 2012); extrato etéreo, pelo método de Soxhlet em extrator de óleos e graxas (AOAC, 2012); proteína total, pelo método de micro-Kjeldahl com destilador de nitrogênio utilizando-se o fator de conversão 6,25 (AOAC, 2012); fibra bruta, por digestão em determinador de fibras em H₂SO₄ 1,25% p/v e NaOH 1,25% p/v (AOAC, 2012); teor de amido por polarimetria (European Communities, 1999); acidez total titulável (AOAC, 2012); pH, por leitura direta em peagâmetro digital de bancada; atividade de água, por leitura direta em medidor de atividade de água portátil; e cor instrumental, em colorímetro Konica Minolta CR5. O equipamento foi operado no modo reflectância e a escala de cor utilizada foi CIE Lab (L*, a*, b*), com iluminante D65 e ângulo de 10°. Foram obtidos os parâmetros: L* que varia de branco (100) a preto (0), a* que varia de verde (valores negativos) a vermelho (valores positivos) e b* que varia de azul (valores negativos) a amarelo (valores positivos). A amostra de açafrão-da-terra também foi analisada em relação à composição centesimal. As farinhas foram classificadas, com base na granulometria, separação de casca/entrecasca e presença de matéria estranha, conforme Brasil (2011).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (concentrações de açafrão-da-terra) e três repetições, sendo um saco de 500 g a parcela experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias do fator quantitativo comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional Sisvar (Ferreira, 2008).

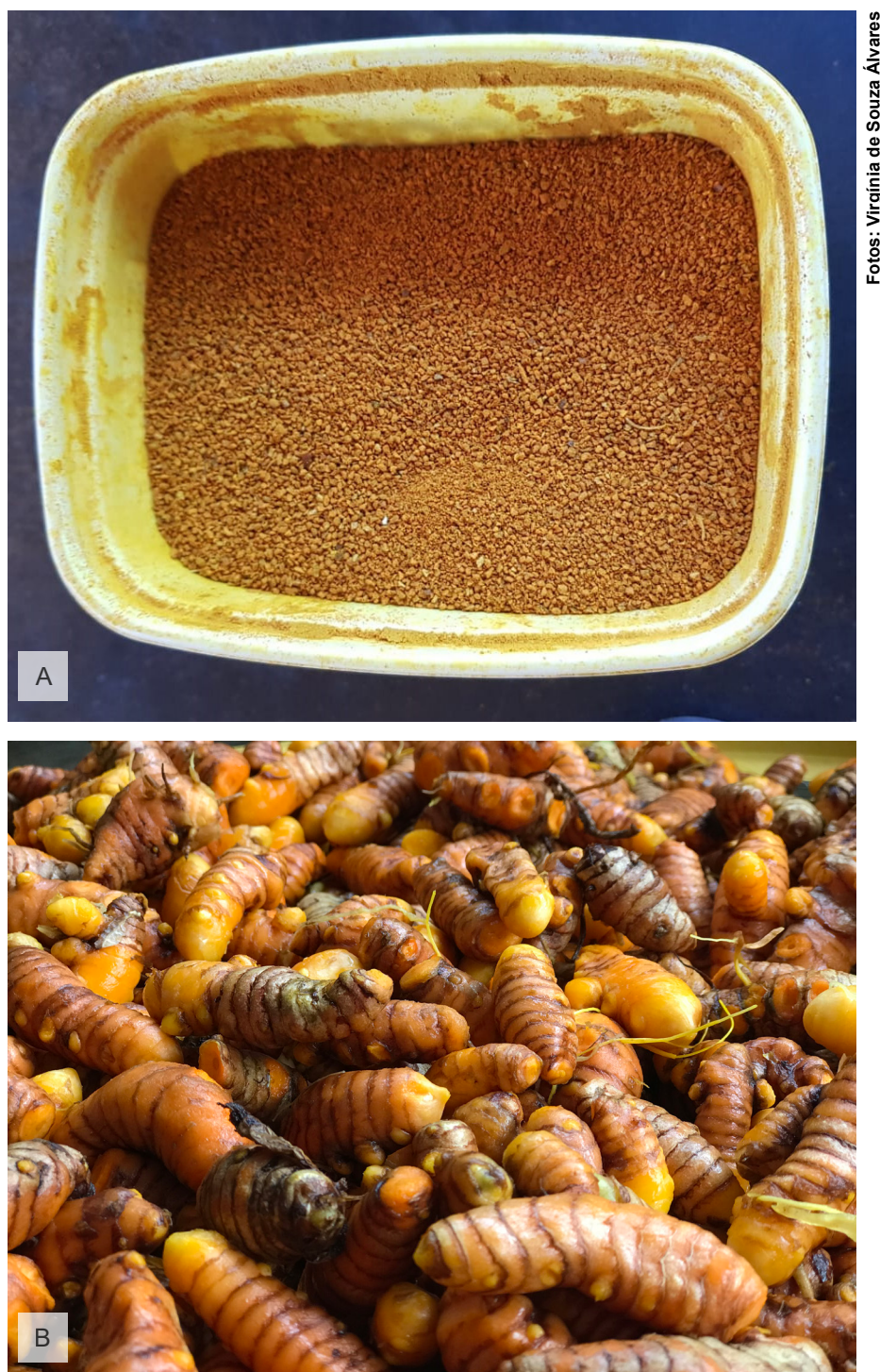


Figura 1. Açafrão-da-terra em pó utilizado no experimento (A), oriundo de raízes de *Curcuma longa* (B).

Resultados e discussão

Os processos de fabricação de farinha obtiveram um rendimento médio de 38,63% (peso da farinha em relação ao peso da mandioca com casca). Todas as farinhas foram classificadas como seca, classe grossa, tipo 1 e acidez baixa, não havendo interferência da concentração de açafrão utilizada.

Por meio dos resultados dos teores de umidade, cinzas e fibras (Tabela 1) foi verificado que todas as farinhas estão de acordo com os padrões da legislação brasileira (Brasil, 2011), que estabelecem índices máximos de 13% de umidade, 1,4% de cinzas e 2,3% de fibras para farinhas de mandioca do grupo seca. Os resultados da composição centesimal das farinhas sofreram uma pequena variação em função das diferentes concentrações de açafrão-da-terra, interferindo nas características umidade e cinzas, mas não houve um padrão semelhante em relação à proporção de açafrão (Tabela 1). Álvares et al. (2015) também obtiveram diferenças significativas entre os tratamentos com diferentes concentrações de açafrão para os teores de umidade, que foram explicadas pela característica artesanal da fabricação das farinhas, com variações no tempo e temperatura do processo. Já para o teor de cinzas, os maiores valores foram obtidos para a concentração de 0,5% (utilizada pelos produtores) e de 1% de açafrão (Tabela 1), sem, contudo, ultrapassar o limite máximo permitido pela legislação.

Da mesma forma, Álvares et al. (2015) obtiveram um maior teor de cinzas nas farinhas com maior concentração de açafrão (0,03% e 1%), sendo concluído que sua adição em excesso pode aumentar o teor de cinzas no produto final. Esse fato pode ser explicado pela própria composição do açafrão-da-terra, o qual contém níveis de K, P e Ca relativamente altos, resultando em um teor de cinzas elevado, entre 2% e 9% (Kang, 2007; Cecílio Filho et al., 2000). De fato, o teor de cinzas do açafrão utilizado é relativamente alto (Tabela 2), podendo interferir na composição final da farinha. Já Alves et al. (2018) não encontraram efeito da concentração de açafrão no teor de cinzas de pães.

Tabela 1. Valores médios da composição centesimal e teor de amido de farinhas de mandioca com diferentes concentrações de açafrão-da-terra (*Curcuma longa*).

Concentração de açafrão	Umidade (%) [*]	Cinza (%) [*]	Extrato etéreo (%) ^{ns}	Proteína total (%) ^{ns}	Fibra bruta (%) ^{ns}	Teor de amido (%) ^{ns}
0%	3,89 b	0,63 c	0,44 a	0,86 a	0,99 a	95,65 a
0,25%	5,19 a	0,69 b	0,00 a	0,88 a	1,07 a	95,38 a
0,50%	5,02 a	0,75 a	0,00 a	0,84 a	1,27 a	95,24 a
0,75%	5,41 a	0,64 c	0,00 a	0,85 a	1,45 a	94,97 a
1,00%	5,60 a	0,71 ab	0,00 a	0,87 a	0,92 a	95,65 a
Média	5,02	0,69	0,09	0,86	1,14	95,38
CV (%) ⁽¹⁾	7,98	2,30	11,04 ⁽²⁾	9,21	10,52 ⁽²⁾	0,56
Desvio-padrão	0,71	0,05	0,32	0,07	0,45	0,54

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação. ⁽²⁾Coeficiente de variação de variável transformada em raiz quadrada de $Y + 1,0 - \text{SQRT}(Y + 1,0)$.

* e ^{ns}Significativo e não significativo ao nível de 5% pelo teste T, respectivamente.

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

Tabela 2. Valores médios da caracterização centesimal do açafrão (*Curcuma longa*) utilizado no experimento.

	Umidade	Cinza	Proteína total	Extrato etéreo	Fibra bruta	Carboidrato	Valor energético
	%						(kcal 100 g ⁻¹)
Valores médios	11,01	8,50	7,58	2,80	2,68	67,43	314,56

Houve variação, em função da concentração de açafrão utilizada, para as características acidez, pH, atividade de água e cor (Tabela 3).

O teor médio de acidez (2,13%) indica que as farinhas fabricadas se enquadram como de acidez baixa, de acordo com a legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2011). A acidez da farinha de mandioca está relacionada com o processo de fabricação, sendo indicativa do tempo de fermentação da massa de mandioca triturada (Chisté et al., 2007) ou de um

atraso na etapa de prensagem (Chisté; Cohen, 2011), ou ainda, pode significar falta de higiene no processo e também ser uma característica de métodos artesanais (Dias; Leonel, 2006).

Tabela 3. Valores médios na caracterização físico-química e características de cor de farinhas de mandioca com diferentes concentrações de açafrão-da-terra (*Curcuma longa*).

Concentração de açafrão	Acidez (%) [*]	pH [*]	Atividade de água [*]	Característica de cor		
				L [*]	a [*]	b [*]
0%	2,11 ab	4,50 b	0,08 a	89,30 a	-0,07 a	12,02 b
0,25%	2,20 ab	4,64 ab	0,06 b	89,17 a	-0,21 a	11,46 b
0,50%	2,31 a	4,49 b	0,04 c	87,09 b	-1,41 b	21,20 a
0,75%	1,88 b	5,00 a	0,05 b	89,33 a	-2,08 b	20,48 a
1,00%	2,14 ab	4,53 b	0,08 a	87,45 b	-2,12 b	22,55 a
Média	2,13	4,63	0,06	88,47	- 1,17	17,54
CV (%) ⁽¹⁾	8,98	4,42	6,74	0,53	32,99	7,45
Desvio-padrão	0,18	0,27	0,02	1,10	0,97	5,05

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação.

^{*}Significativo ao nível de 5% pelo teste T.

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

Todas as farinhas apresentaram atividade de água inferior a 0,60, o que demonstra que o produto é microbiologicamente estável. Essa característica já é esperada, visto que as farinhas foram coletadas imediatamente após a produção e não foram armazenadas antes das análises. Em relação às características de cor, o valor médio indica que as farinhas possuem luminosidade elevada ($L^* = 88,47$) e coloração amarelada ($b^* = 17,54$). A concentração de açafrão-da-terra utilizada alterou as características de cor instrumental, com farinhas mais claras (L^* maior) para as farinhas com as menores concentrações e coloração tendendo para mais amarelada (característica b^* maior) e menos avermelhada (característica a^* mais negativa) para os tratamentos com maiores concentrações de açafrão (a partir de 0,5%).

A farinha produzida com a concentração comumente utilizada pelos produtores (0,50% de açafrão) não diferiu em termos de classificação, proteína, extrato etéreo, fibra, teor de amido, acidez e pH em comparação com a farinha sem açafrão, mas apresentou um teor de umidade e cinzas maior, bem como uma coloração mais escura e mais amarelada do que a farinha sem açafrão.

Conclusões

A farinha produzida com a concentração comumente utilizada pelos produtores (0,5% p/p) não difere da farinha sem açafrão em termos de classificação, com teor de umidade e cinzas maior, sem ultrapassar os limites da legislação, bem como uma coloração comprovadamente mais amarelada do que a farinha sem açafrão.

Agradecimento

Os autores agradecem ao produtor Manoel Felipe Santiago Neto pela acolhida na unidade de produção de farinha; o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro da bolsa de iniciação científica; e aos empregados da Embrapa Acre Ailson Luiz Sudan Madruga, John Lennon Mesquita Catão, Manoel Delson Campos Filho e Francisco Álvaro Viana Felisberto pelo auxílio na coleta e análise das amostras.

Referências

- ÁLVARES, V. S.; SILVA, R. S.; CUNHA, C. R.; FELISBERTO, F. A. V.; CAMPOS FILHO, M. D. Efeito de diferentes concentrações de corante natural de açafrão-da-terra na composição da farinha de mandioca artesanal. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 256-262, 2015.
- ALVES, R. N.; PEREIRA, M. A. F.; SILVA, J. S. S.; CIDARTA, T.; BARBOSA, M.; ARAÚJO, A. S. Produção de pão a base de leite de cabra condimentado com diferentes concentrações de açafrão (*Curcuma longa* L.). **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 18-24, 2018.
- AOAC. **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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 214, Seção 1, p. 18-20, 8 nov. 2011.
- CECILIO FILHO, A. B.; SOUZA, R. J.; BRAZ, L. T.; TAVARES, M. Cúrcuma: planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais. **Revista Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 171-175, 2000.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOS 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, 2007.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. Influência da fermentação na qualidade da farinha de mandioca do grupo d'água. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, p. 279-284, 2011.
- 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, 2006.
- 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, 2008.
- GRASSO, E. C.; AOYAMA, E. M.; FURLAN, M. R. Ação anti-inflamatória de *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae). **Revista Eletrônica Thesis**, n. 28, p. 117-129, 2017.
- INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Indicações geográficas**: pedidos de indicação geográfica concedidos e em andamento: última modificação em 14 jul. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/arquivos/status-pedidos/listacomasindicaesdeprocednciareconhecidas.At23Jun2020.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2020.
- KANG, S. K. Changes in organic acid, mineral, col-our, curcumin and bitter substance of *Curcuma longa* L and *Curcuma atomatica* Salib according to picking time. **Korean Journal of Food Preservation**, v. 14, n. 6, p. 633-638, 2007.
- MARCHI, J. P.; TEDESCO, L.; MELO, A. da C.; FRASSON, A. C.; FRANÇA, V. F.; SATO, S. W.; LOVATO, E. C. W. *Curcuma longa* L., o açafrão da terra, e seus benefícios medicinais. **Arquivos de Ciência da Saúde UNIPAR**, v. 20, n. 3, p. 189-194, 2016.

Crescimento de Mudras de *Euterpe precatoria* Mart. em Função do Tipo de Substrato

Cleyton Silva de Araújo¹, Aurenny Maria Pereira Lunz², Romeu de Carvalho Andrade Neto³,
Jarderson Cassimiro Carneiro⁴, Resller da Silva Nogueira⁵ e Jonathan Barbosa de Oliveira⁶

¹Biólogo, doutorando em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Engenheiro-agrônomo, mestrando em Produção Vegetal pela
Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁵Graduando em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Acre,
bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁶Graduando em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Acre,
bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – A utilização de mudras de qualidade é fator determinante para o sucesso de qualquer cultivo comercial. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de mudras de *E. precatoria* em função de diferentes substratos. O experimento foi conduzido no viveiro da Embrapa Acre, no delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de oito plantas por parcela. Os tratamentos foram compostos por quatro substratos oriundos de resíduos agroindustriais (casca de castanha-do-brasil e cupuaçu e caroço de acerola e açaí), um substrato comercial e quatro combinações entre os resíduos e o comercial (proporção 1:1). Aos 8 meses após a repicagem, as mudras foram avaliadas quanto à altura, diâmetro do colo, relação altura-diâmetro e número de folhas. Os dados foram submetidos à análise de variância multivariada, seguida da análise de variância associada ao teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Diferentes tipos de substratos influenciam no crescimento de mudras de *Euterpe precatoria*. A casca de castanha-do-brasil, pura ou misturada a outro material, é uma excelente alternativa de substrato para o crescimento dessas mudras. Já o caroço de açaí puro não representa um bom substrato para a formação de mudras dessa espécie, no entanto, tem potencial para ser utilizado em conjunto com outros materiais.

Termos para indexação: açaizeiro-solteiro, resíduos de agroindústrias, substratos não convencionais.

Introdução

Até os anos de 1990, o açaí era comercializado quase que exclusivamente nos estados da região Norte (Monteiro et al., 2018), mas desde então a polpa extraída desse fruto está se destacando tanto no mercado nacional, quanto internacional. A ascensão da produção nacional de seus frutos está associada, principalmente, ao aumento do consumo e de políticas públicas de investimento no setor florestal e agrícola, além do crescimento de áreas cultivadas especialmente no Pará, Amazonas e Roraima (Conab, 2019).

A fase de viveiro constitui uma etapa crucial do cultivo comercial de uma cultura, o que pode possibilitar aos agricultores a obtenção de plantas com melhor performance para tolerar as condições adversas do campo. O substrato é o principal fator na formação de mudras com qualidade, visto que desempenha papel fundamental no desenvolvimento do sistema radicular, servindo de suporte e fonte de nutrientes (Camargo et al., 2011; Martins et al., 2012). No entanto, esses substratos representam um custo adicional na fase de produção de mudras.

A utilização de resíduos agroindustriais como componentes de substratos para produção de mudras pode acarretar menor custo e dependência de compostos industrializados (Fonseca et

al., 2019), podendo ainda minimizar o descarte desses materiais a céu aberto ou em aterros e, consequentemente, seu acúmulo no meio ambiente.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de mudas de *Euterpe precatoria* em função de diferentes tipos de substratos.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no viveiro do campo experimental da Embrapa Acre, no período de novembro de 2017 a julho de 2018. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com nove tratamentos, quatro repetições e oito plantas por parcela. Os tratamentos foram compostos por quatro substratos alternativos oriundos de resíduos agroindustriais (casca de castanha-do-brasil e cupuaçu e caroço de acerola e açaí), um substrato comercial e quatro combinações entre os resíduos e o comercial (proporção 1:1). Os resíduos foram secos naturalmente e triturados em desintegrador B-611 com peneira de 8 mm de diâmetro.

As mudas foram produzidas a partir de sementes de *E. precatoria*, 1 mês após a semeadura, em sementeira com areia. As plântulas foram repicadas para tubetes de 280 cm³ contendo os tratamentos propostos. Aos substratos foram acrescidos previamente 5 kg m⁻³ do adubo de liberação controlada Osmocote, de formulação 19-6-12 e tempo de liberação de até 12 meses. Durante a condução do experimento foram realizadas irrigações diárias, por meio do sistema de nebulização, além da remoção manual de plantas daninhas e controle de doenças, sempre que necessário.

Aos 8 meses após a repicagem, as mudas foram avaliadas quanto à altura da planta (cm), obtida por meio de uma régua graduada, do colo da planta até a interseção entre o pecíolo e folíolos da folha mais jovem; diâmetro do colo (mm), com auxílio de um paquímetro digital, 1 cm acima do substrato; relação altura-diâmetro, estimada a partir da divisão dos valores obtidos para as variáveis anteriores; e número de folhas (folhas planta⁻¹), pela contagem das folhas totalmente expandidas e fisiologicamente ativas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância multivariada (Manova), por meio do traço de Pillai (1955), seguida da análise de variância univariada (Anova), pelo teste “F”. Posteriormente, as médias dos tratamentos foram agrupadas por meio do teste de Scott-Knott a 5% de significância, utilizando-se o software estatístico R.

Resultados e discussão

A análise de variância multivariada (Manova) mostrou que há efeito dos substratos sobre as variáveis de crescimento de mudas de *E. precatoria*, aos 8 meses após a repicagem, sendo possível observar uma forte contribuição conjunta dessas variáveis para confirmar a diferença estatística entre os tratamentos utilizados neste estudo (Pillai = 1,291; $p < 0,001$). A utilização de substratos oriundos de resíduos agroindustriais pode ser uma alternativa para produção de mudas de *E. precatoria* de qualidade, promovendo um bom suprimento de nutrientes às plantas (Araújo et al., 2020).

Para a altura da planta, observou-se que o resíduo de açaí (CA) proporcionou às mudas crescimento inferior aos demais substratos. No entanto, quando misturado ao substrato comercial (CA+COM), resultou em plantas quatro vezes mais altas que quando produzidas com resíduo puro. O substrato à base de casca de castanha-do-brasil (CCB) e as misturas entre o comercial e resíduos de castanha (CCB+COM) e acerola (CAC+COM) também fazem parte do grupo com as maiores médias para essa variável (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios para as variáveis altura da planta, diâmetro do colo, relação altura-diâmetro e número de folhas de mudas de *Euterpe precatoria* em função de diferentes tipos de substratos alternativos, aos 8 meses após a repicagem.

Substrato ⁽¹⁾	Altura da planta (cm)	Diâmetro do colo (mm)	Relação altura-diâmetro	Número de folhas (folhas planta ⁻¹)
CCB+COM ⁽²⁾	20,67 a	8,88 b	2,36 a	4,44 a
CAC+COM ⁽²⁾	21,66 a	10,27 a	2,13 b	4,53 a
CA+COM ⁽²⁾	20,18 a	9,35 b	2,19 b	4,63 a
CC+COM ⁽²⁾	18,63 b	8,74 b	2,14 b	4,47 a
CCB	20,57 a	9,74 a	2,13 b	4,69 a
CAC	18,29 b	9,18 b	2,01 b	4,38 a
CA	5,13 e	3,50 d	1,47 c	1,36 d
CC	14,46 d	6,60 c	2,20 b	3,81 c
COM	16,72 c	7,12 c	2,35 a	4,13 b
CV (%) ⁽³⁾	15,92	14,81	15,28	13,25

⁽¹⁾CCB = Casca de castanha-do-brasil. CAC = Caroço de acerola. CA = Caroço de açaí. CC = Casca de cupuaçu. COM = Substrato comercial.

⁽²⁾Combinações na proporção 1:1.

⁽³⁾CV = Coeficiente de variação.

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para o diâmetro do colo, os tratamentos usando resíduo de castanha-do-brasil (CCB) e caroço de acerola misturados ao substrato comercial (CAC+COM) se destacaram em relação aos demais. Assim como para a altura, o substrato CA proporcionou menor média às mudas. Verificou-se ainda que a casca de cupuaçu (CC) e a testemunha (COM) não diferiram entre si, sendo estatisticamente inferiores a todos os outros substratos, com exceção do CA (Tabela 1).

Ao avaliar o uso de resíduos agroindustriais como substratos alternativos, Muniz (2017) constatou que o caroço de acerola proporciona maior altura e diâmetro do colo em mudas de *Passiflora edulis*, sendo superior à casca de amêndoa de castanha-do-brasil e o substrato comercial. Rodrigues et al. (2016), por sua vez, verificaram que mudas de *Moringa oleifera* apresentaram maior crescimento quando produzidas em substrato orgânico e ressaltam que esse apresenta condições favoráveis ao crescimento das plantas devido à boa aeração, estrutura e, principalmente, pelo fornecimento de nutrientes disponíveis.

É importante existir uma harmonia entre o diâmetro e a altura, uma vez que mudas mais altas podem não apresentar boa sustentabilidade caso o diâmetro seja inferior, sendo essa combinação uma das características mais importantes para estimar o desenvolvimento das plantas após o plantio definitivo (Heberle et al., 2014). Quanto maior o diâmetro, melhor será o equilíbrio do crescimento, pois proporciona maior capacidade de translocação de nutrientes e água para a parte aérea, utilizados no crescimento vegetativo, no ganho de biomassa e nos processos metabólicos e fotossintéticos (Dutra et al., 2015).

Quanto à relação altura-diâmetro, os maiores valores médios foram obtidos com a utilização do substrato comercial puro (COM) e combinado com a casca de castanha-do-brasil (CCB+COM). O substrato formulado a partir de resíduo do fruto de açaí (CA) foi responsável pela menor média obtida para essa variável (Tabela 1). De acordo com Birchler et al. (1998), esse índice deve ser menor do que dez para que as mudas sejam consideradas com adequado padrão de qualidade. Neste estudo, os valores para essa relação situaram-se entre 1,47 e 2,36, mostrando que todos os

tratamentos estiveram abaixo do limite superior recomendado. Quando a relação for muito elevada, as mudas devem ficar mais tempo no viveiro para reduzir o desequilíbrio entre essas variáveis e garantir maior sucesso do transplante para o campo.

Os substratos oriundos de todas as misturas (p. ex. CCB+COM) e dos resíduos de castanha-do-brasil (CCB) e acerola (CAC) contribuíram para maior produção foliar, com valores médios acima de 4 folhas planta⁻¹ (Tabela 1). Os demais substratos resultaram na formação de mudas com médias distintas, com destaque de menor produção foliar para o resíduo de açaí puro (CA).

Diferente dos resultados apresentados neste trabalho, Erlacher et al. (2016) verificaram que o caroço de açaí triturado e fermentado é mais eficiente que o substrato comercial para as variáveis altura e número de folhas de *Eruca vesicaria* e *Brassica oleracea*. Por outro lado, Araújo et al. (2017) verificaram que os substratos com constituintes orgânicos contribuíram para o aumento no número foliar de mudas de *Schizolobium amazonicum*. Araújo et al. (2020), por sua vez, apontam a casca de castanha-do-brasil e o caroço de acerola como excelentes alternativas para a produção de mudas de *E. precatoria*, devido aos elevados níveis de micronutrientes, alta CTC e densidade adequada, obtidos com a casca de castanha, e ainda pelos elevados níveis de macronutrientes, relação C/N e condutividade elétrica ideais. De acordo com Lima et al. (2008), mudas com maior produção foliar na época de serem levadas ao campo apresentam crescimento inicial mais rápido, em virtude da maior produção de fotoassimilados e posterior alocação para outras partes da planta.

Conclusões

Diferentes tipos de substratos influenciam no crescimento de mudas de *Euterpe precatoria*, aos 8 meses após a repicagem.

A casca de castanha-do-brasil, pura ou misturada a outro material, é uma excelente alternativa de substrato para o crescimento de mudas de *E. precatoria*.

O caroço de açaí puro não representa um bom substrato para a formação de mudas dessa espécie, no entanto, tem potencial para ser utilizado em conjunto com outros materiais.

Referências

ARAÚJO, C. S. de; LUNZ, A. M. P.; SANTOS, V. B. dos; ANDRADE NETO, R. de C.; NOGUEIRA, S. R.; SANTOS, R. S. dos. Use of agro-industry residues as substrate for the production of *Euterpe precatoria* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, e58709, 2020.

ARAÚJO, E. F.; AGUIAR, A. S.; ARAUCO, A. M. de S.; GONÇALVES, E. de O.; ALMEIDA, K. N. S. de. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. **Nativa**, v. 5, n. 1, p. 16-23, 2017.

BIRCHLER, T.; ROSE, R. W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementation practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, v. 7, n. 2, p. 109-121, 1998.

CAMARGO, R. de; PIRES, S. C.; MALDONADO, A. C. de H. Avaliação de substratos para a produção de mudas de pinhão-mansão em sacolas plásticas. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 1, p. 31-38, 2011.

CONAB. **Açaí**: conjuntura mensal. jul. 2019. Brasília, DF, 2019. 4 p.

- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; MATOS, P. S.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. Crescimento inicial e qualidade de mudras de caviúna-do-cerrado e caroba-do-campo em resposta à adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 3, p. 52-61, 2015.
- ERLACHER, W. A.; OLIVEIRA, F. L. de; SILVA, D. M. N. da; QUARESMA, M. A. L.; MENDES, T. P. Estratégias de uso de caroço de açaí para formulação de substratos na produção de mudras de hortaliças. **Magistra**, v. 28, n. 1, p. 119-130, 2016.
- FONSECA, S. D. do R.; SANCHES, A. G.; CORDEIRO, C. A. M. Use of fish residue as a substrate in lettuce germination. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 12, n. 3, p. 103-109, Sept./Dez. 2019.
- HEBERLE, K.; JESUS, A. M.; MALAVASI, U. C. Crescimento e desenvolvimento da parte aérea e arquitetura radicular de mudras de *Tabebuia chrysotricha* submetidas à irrigação subsuperficial comparada à aspersão em diferentes regimes hídricos. **Cultivando o Saber**, v. 7, n. 3, p. 310-318, 2014.
- LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudras de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.
- MARTINS, C. C.; BORGES, A. S.; PEREIRA, M. R. R.; LOPES, M. T. G. Posição da semente na semeadura e tipo de substrato sobre a emergência e crescimento de plântulas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 845-852, 2012.
- MONTEIRO, R. K. C.; AZEVEDO, Z. M. de. A produção e comercialização do açaí no Brasil e em Roraima. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESTÁCIO AMAZÔNIA, 10., 2018, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Estácio da Amazônia, 2018.
- MUNIZ, P. S. B. **Substratos alternativos e doses de adubo de liberação lenta na produção de mudras de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*)**. 2017. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.
- PILLAI, K. C. S. Some new test criteria in multivariate analysis. **Annals of Mathematical Statistics**, v. 26, n. 1, p. 117-121, 1955.
- RODRIGUES, L. A.; MUNIZ, T. A.; SAMARÃO, S. S.; CYRINO, A. E. Qualidade de mudras de *Moringa oleifera* Lam. cultivadas em substratos com fibra de coco verde e compostos orgânicos. **Ceres**, v. 63, n. 4, p. 545-552, 2016.

Estoque de Carbono nos Solos sob Diferentes Usos na Reserva Kaxinawá de Nova Olinda, Feijó, AC

Tadário Kamel de Oliveira¹, Eufan Ferreira do Amaral², Nilson Gomes Bardales³, Edson Alves de Araújo⁴, Idésio Luis Franke⁵ e Charles Henderson Alves de Oliveira⁶

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, Cruzeiro do Sul, AC.

⁵Engenheiro-agrônomo, doutor em Desenvolvimento Sustentável, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁶Engenheiro-agrônomo, técnico do Instituto de Mudanças Climáticas e Regulação de Serviços Ambientais, Rio Branco, AC.

Resumo – Os estoques de carbono (C) no solo podem variar de acordo com o solo e o manejo ao longo do tempo. Há necessidade de geração de dados locais e comprovações científicas, especialmente em reservas indígenas, onde existe a possibilidade de pagamento por serviços ambientais. O objetivo deste estudo foi avaliar os estoques de C em diferentes tipos de solos sob diversos usos na Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda (TIKNO). Foram georreferenciados roçados, pastagens e áreas de floresta. Em cada área amostrada foram abertas trincheiras e realizadas a descrição do perfil e classificação do solo. Os dados de estoque de C em cada perfil foram obtidos pelo somatório do estoque de carbono em cada horizonte, até 1 m de profundidade. As quatro ordens de solo avaliadas foram Cambissolo, Luvisolo, Plintossolo e Vertissolo. Os maiores valores de estoque de carbono foram observados no Luvisolo sob roçado de milho e mandioca (158,4 Mg ha⁻¹) e o menor valor no Vertissolo sob roçado de macaxeira (48,7 Mg ha⁻¹). Comprova-se que os valores de estoque de carbono no solo na TIKNO, até 1 m de profundidade, variam de acordo com a ordem do solo e o uso da terra, inclusive na mesma classe de solo.

Termos para indexação: serviços ambientais, terra indígena, Amazônia.

Introdução

Vários serviços ambientais essenciais para o bem-estar humano podem ser fornecidos pelo solo e suas paisagens. Esses serviços podem ser classificados como de provisão (ex. produção de alimentos), suporte (ex. ciclagem de nutrientes) e regulação (ex. sequestro de carbono e créditos de carbono) (Parron et al., 2015).

Os estoques de carbono (C) no solo são um dos indicadores-chave na prestação de serviços ambientais promovidos por boas práticas agrícolas. O conhecimento dessa variabilidade e espacialização dos estoques de C no solo é condicionado pelos componentes da paisagem, expressos por clima, relevo, classes de solo e tipos de cobertura vegetal e uso da terra (Oliveira et al., 2015).

No que concerne a alterações do uso da terra de floresta primária para cultivos agrícolas, há mudanças nos sistemas naturais devido, sobretudo, ao manejo do solo, ou seja, ocorre uma modificação no sistema (geralmente, manejo intensivo). Segundo Cerri et al. (2008), essa mudança

afeta diretamente o equilíbrio do ambiente, fazendo com que a quantidade de carbono inserida no sistema seja, comumente, menor que a de saída (Oliveira et al., 2015; Salimon et al., 2011).

Pesquisas recentes sobre povos indígenas na Amazônia definiram que essas populações tradicionais têm de maneira eficaz e mensurável papel fundamental como guardiões da floresta. De toda a biomassa estimada para a região Amazônica (73 bilhões de toneladas de carbono), 58% encontram-se dentro de territórios indígenas e áreas protegidas. Segundo as pesquisas, os povos indígenas e populações tradicionais têm contribuído diretamente para regular o clima e evitar que o aquecimento da Terra seja ainda mais intenso (Walker et al., 2020).

Os valores de estoque de carbono no solo podem variar de acordo com o solo e o manejo ao longo do tempo. No entanto, há necessidade de geração de dados locais específicos e comprovações científicas. O objetivo deste estudo foi avaliar os estoques de C em diferentes tipos de solos sob diversos usos na Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda (TIKNO).

Material e métodos

Os estudos foram realizados na Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda (Figura 1), situada na bacia do Rio Envira, município de Feijó, no estado do Acre, Amazônia Ocidental, Brasil.

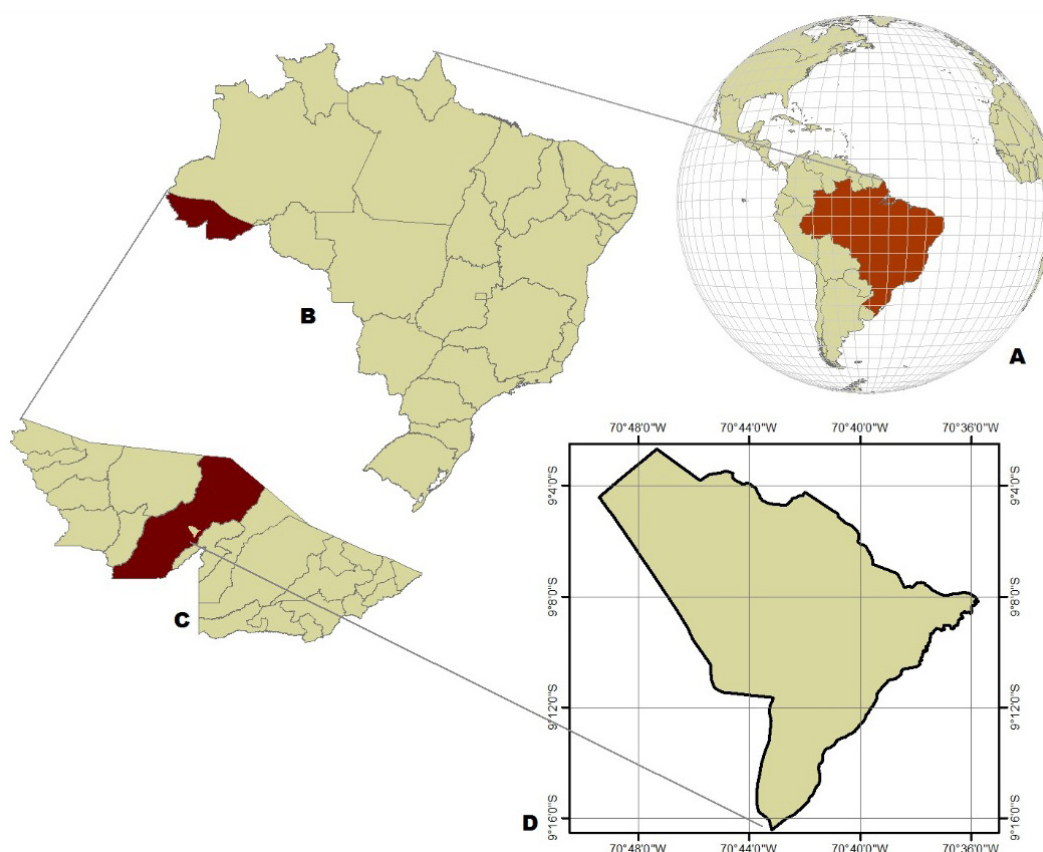


Figura 1. Localização do Brasil na América do Sul (A), do Acre no Brasil (B), do município de Feijó no estado do Acre (C) e da Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda no município de Feijó, AC (D).

Fonte: Acre (2006).

As atividades relacionadas à classificação de solos, coleta de amostras e identificação das paisagens e usos da terra ocorreram em expedições de campo nos anos de 2012, 2013 e 2014. A descrição e coleta de amostras de perfis representativos das classes de solos foram realizadas em trincheiras abertas em locais previamente selecionados de forma participativa, em reuniões da equipe mista composta por membros das instituições parceiras e indígenas.

Foram georreferenciados roçados, pastagens e áreas de floresta primária. Em cada área amostrada foram abertas trincheiras e realizadas a descrição do perfil e classificação do solo, com base em Santos et al. (2013). Foram coletadas amostras por horizonte para análises químicas e físicas. Amostras indeformadas foram coletadas em anéis volumétricos e utilizadas para a determinação da densidade do solo. As amostras obtidas foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas para laboratórios de análises de solo.

Os dados de estoque de C em cada perfil foram obtidos pelo somatório do estoque de carbono em cada horizonte, determinado por meio da multiplicação do teor de carbono orgânico, espessura do horizonte e densidade do solo, de acordo com a equação:

$$\text{Estoque do C (Mg ha}^{-1}\text{)} = \text{teor de C} \times \text{espessura do horizonte} \times \text{densidade do solo}$$

Neste estudo são apresentados estoques de carbono (C) no solo até 1 m de profundidade, para quatro ordens de solo em três formas de uso da terra (floresta, roçado e pastagem).

Resultados e discussão

Os solos com maior representatividade da TIKNO são caracterizados por alto teor de argila. De acordo com denominação da comunidade, são solos que apresentam “massapê”, os quais, na etnoclassificação descrita por Amaral et al. (2015), englobam 89% da reserva indígena.

Os maiores valores de estoque de C foram observados no Vertissolo sob floresta (105 Mg ha⁻¹) e no Luvisso solo sob roçado de milho e macaxeira (158 Mg ha⁻¹). Em outra área, o Vertissolo sob roçado de macaxeira apresentou o menor estoque (48,7 Mg ha⁻¹) (Figura 2).

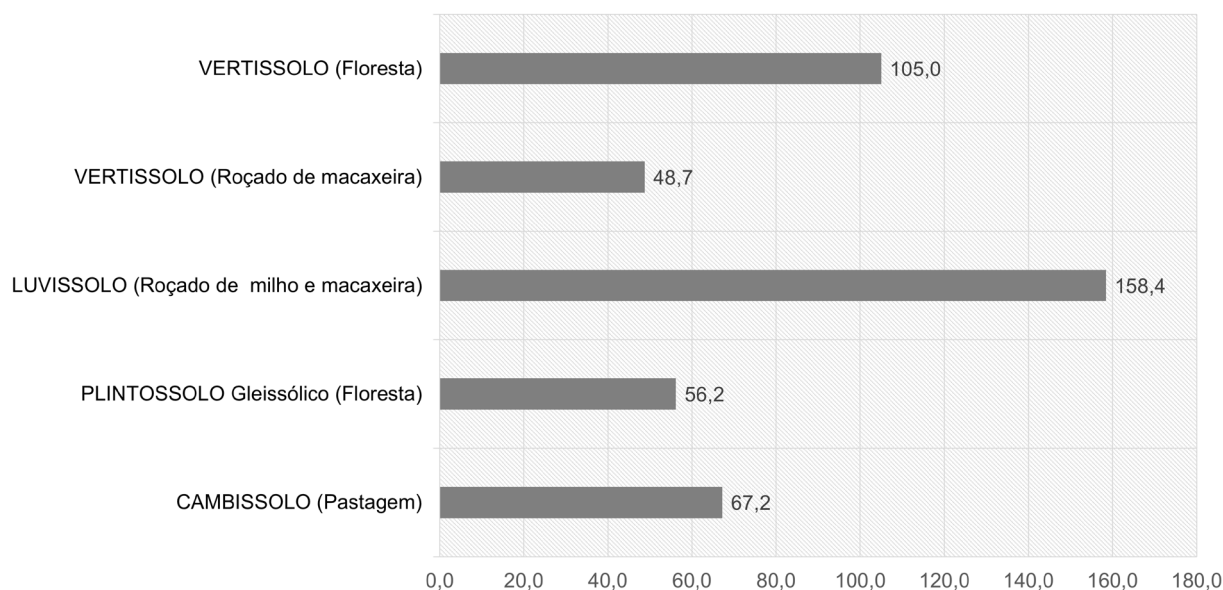


Figura 2. Estoque de carbono até 1 m de profundidade (Mg ha⁻¹) em diferentes solos e formas de uso na Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda, Feijó, Acre.

Nos Vertissolos há maiores estoques de C nas áreas de floresta em relação aos roçados. Além disso, são solos em geral com grande vulnerabilidade ambiental e potencial de produção agropecuária com restrições, quando comparados a outras ordens de solos. Bardales (2009, p. 213) os classifica como:

...ambientes de alta sensibilidade à ocupação humana, locais onde o equilíbrio natural é mantido, principalmente pela cobertura vegetal. Se a mesma é retirada, há rápida degradação dos solos pelo processo de erosão acelerada e petroplintização... O uso agrícola deve ser restrito, pode-se priorizar o uso controlado e/ou, conservação dos recursos naturais...

Portanto, em relação a paisagens mais eficientes no sequestro e armazenagem, pode-se indicar a manutenção de cobertura florestal em todas as áreas na TIKNO em que predomine a ordem dos Vertissolos, onde a floresta pode ser utilizada para caça, extração de produtos madeireiros e não madeireiros e prestação de serviços ambientais.

A dinâmica do desmatamento na terra indígena evidencia essa manutenção da cobertura vegetal com floresta primária. Os resultados descritos por Amaral et al. (2015) mostram que até o ano de 2013 apenas 2,6% do território havia sido convertido, com taxa anual de conversão de 31 ha na última década do século XX e uma área de apenas 0,3 ha de desmatamento por família, a cada ano.

O uso da terra e a posição na paisagem também determinam a capacidade de estocar carbono. O primeiro solo vértico estava localizado em área longínqua e o segundo Vertissolo em área mais próxima da aldeia e em outra posição na paisagem. A queima realizada para implantação do roçado e a ação do clima ao longo do tempo contribuíram com o menor estoque de C em relação à área de floresta nativa.

Os critérios para tomada de decisão sobre locais para roçados de mandioca e bananais levam em consideração a proximidade das moradias, ou seja, áreas mais próximas são em geral escolhidas. Entretanto, fatores como a cor do solo, textura e drenagem também são determinantes e de caráter eliminatório (Amaral et al., 2015). Na comunidade recomenda-se evitar áreas mais elevadas, onde há presença de massapê, e áreas alagadiças, o que pode ser evidenciado por frases como estas, obtidas nas rodas de conversas e expedições em campo:

“Terra alta com massapê é difícil de trabalhar...”

“Na baixada a roça não dá bem...”

“O areioso é mais fácil de trabalhar...”

“Terra alta com areia dá roça melhor...”

(José Rosteni Paulino Kaxinawá: *Isaka*)

Nas áreas com Luvisolos, que atendem os melhores critérios para implantação de roçados, devido à cor do barro (vermelho) e com melhor textura que os massapês verdadeiros, o estoque de carbono foi maior (Figura 2). Possivelmente, por caracteres intrínsecos dessa ordem de solo, ocorre maior acúmulo de C em profundidade que em outras ordens estudadas. Apesar de estarem associados a relevo mais ondulado, os Luvisolos surgem em pequena proporção na TIKNO e, quando ocorrem em locais mais próximos das aldeias, são aproveitados pela comunidade, principalmente pelo pequeno tamanho dos roçados. Segundo Amaral et al. (2015, p. 109):

a terra vermelha (*mai taxipa*) ocupa 7,4% e são áreas pouco utilizadas em virtude da distância das aldeias, mas que têm muito potencial de uso, principalmente agroflorestal.

Os resultados sobre carbono nos solos encontrados na Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda constituem parâmetros referenciais inéditos para essa região da Amazônia, com possibilidade de incentivos futuros por prestação de serviços ambientais e como forma de conservação do solo e de outros recursos naturais.

Conclusão

Os valores de estoque de carbono no solo na Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda (TIKNO), até 1 m de profundidade, variam de acordo com o solo e o uso da terra, inclusive na mesma ordem de solo.

Agradecimento

Os autores agradecem aos membros das equipes institucionais pela parceria e aos participantes Kaxinawá de todas as aldeias da Terra Indígena Nova Olinda pela hospitalidade, colaboração dedicada e oportunidade da execução do projeto na região.

Referências

- ACRE (Estado). Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II. **Documento síntese**: escala 1: 250.000. Rio Branco, AC: SEMA, 2006. 350 p.
- AMARAL, E. F. do; HAVERROTH, M.; BARDALES, N. G.; FRANKE, I. L.; OLIVEIRA, T. K. de. Classificação e uso do solo no contexto cultural dos Kaxinawá na terra indígena Kaxinawá de Nova Olinda, Feijó, Acre. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 95-114, jan./ago. 2015.
- BARDALES, N. G. **Estratificação ambiental, classificação, mineralogia e uso do solo da microbacia do Igarapé Xiburema, Sena Madureira, Acre**. 2009. 228 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CERRI, C. E. P.; FEIGL, B.; CERRI, C. C. Dinâmica da matéria orgânica do solo na Amazônia. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 325-358.
- OLIVEIRA, E. S.; REATTO, A.; ROIG, H. L. Estoques de carbono do solo segundo os componentes da paisagem. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 71-93, jan./ago. 2015.
- PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap.7, p. 92-100.
- SALIMON, C. I.; PUTZ, F. E.; MENEZES-FILHO, L.; ANDERSON, A.; SILVEIRA, M.; BROWN, I. F.; OLIVEIRA, L. C. de. Estimating state-wide biomass carbon stocks for a REDD plan in Acre, Brasil. **Forest Ecology and Management**, v. 262, n. 3, p. 555-560, Aug. 2011.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, J. T. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

WALKER, W. S.; GORELIK, S. R.; BACCINI, A.; ARAGON-OSEJO, J. L.; JOSSE, C.; MEYER, C.; MACEDO, M. N.; AUGUSTO, C.; RIOS, S.; KATAN, T.; SOUZA, A. A. DE; CUELLAR, S.; LLANOS, A.; ZAGER, I.; DÍAZ MIRABAL, G.; SOLVIK, K. K.; FARINA, M. K.; MOUTINHO, P.; SCHWARTZMAN, S. The role of forest conversion, degradation, and disturbance in the carbon dynamics of Amazon indigenous territories and protected areas. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 6, p. 3015-3025, Feb. 2020.

Enriquecimento de Farinha de Mandioca com Matérias-Primas Regionais Amazônicas

Virgínia de Souza Álvares¹, Joana Maria Leite de Souza², Esdras Sivaldo Honorato Santos³, João Paulo dos Santos de Sena⁴, Moani Lopes Mendes⁵ e Simara Kaefer⁶

¹Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Graduando em Ciências Biológicas pela União Educacional do Norte, Rio Branco, AC.

⁴Graduando em Agroecologia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Cruzeiro do Sul, AC.

⁵Graduanda em Nutrição pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁶Nutricionista, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Campus Porto Velho Zona Norte, Distrito de Nova Califórnia, Porto Velho, RO.

Resumo – Com o objetivo de comparar as farinhas de mandioca com buriti e com açafrão em relação às características físicas e físico-químicas, foram produzidas em Cruzeiro do Sul, Acre, farinhas com essas diferentes matérias-primas. Os tratamentos utilizados foram: T1 = uso de 3,2% de buriti e T2 = uso de 0,5% de açafrão-da-terra em relação ao peso das raízes sem casca. As farinhas foram analisadas quanto à composição centesimal, acidez, pH, atividade de água e características de cor (L^* , a^* , b^*). A adição do buriti na farinha de mandioca proporcionou maior teor de extrato etéreo, fibra, carboidratos, valor energético, bem como maior acidez, atividade de água e componente de cor a^* . A adição de açafrão-da-terra na farinha de mandioca proporcionou maior teor de umidade, cinzas, proteína total, bem como maior componente de cor b^* . As farinhas com esses componentes podem ser interessantes para aqueles consumidores que preferem um produto amarelo, com boas fontes de lipídeos e fibra para a farinha com buriti e com maior teor de proteínas para a farinha com açafrão.

Termos para indexação: *Curcuma longa*, *Mauritia flexuosa*, Regional do Juruá.

Introdução

Em algumas localidades do Norte do Brasil, como na Regional do Juruá, Acre, existe uma preferência dos consumidores pela farinha de mandioca com coloração amarela (Álvares et al., 2015). De acordo com a legislação brasileira para esse produto (Brasil, 2011), a coloração da farinha pode ser decorrente da variedade da mandioca utilizada ou da tecnologia de fabricação (torração) ou do uso de corantes naturais, quando autorizados para a farinha de mandioca, conforme legislação específica.

O açafrão-da-terra (*Curcuma longa*) tem sido utilizado há tempos como alimento na forma de condimento, decorrente de sua coloração amarelada intensa, característica de seu principal composto, a curcumina (Cecílio Filho et al., 2000). No estado do Acre é utilizado na fabricação da farinha de mandioca, quando preparado pelos próprios produtores e oriundo diretamente dos rizomas. Na concentração utilizada pelos produtores da região, o teor de cinzas não é alterado, mas produz uma farinha amarela (Álvares et al., 2015).

O buriti (*Mauritia flexuosa*) é uma palmeira muito comum na região Amazônica. Sua polpa é amarelo-avermelhada, de sabor ácido-adocicado leve, consumida sob a forma de sucos e doces. O buriti pode ser utilizado na farinha de mandioca na forma de polpa liofilizada (Souza et al., 2018). A matéria corante do buriti é quase totalmente constituída de carotenoides como o β -caroteno, nutricionalmente importante como fonte de provitamina A, revelando-se como interessante potencial

antioxidante e considerado a principal fonte dessa vitamina (Yuyama et al., 1998; Manhães; Sabaa-Srur, 2009). A cor amarela ajuda a energizar e estimular o apetite, fazendo com que as pessoas comam mais e mais rápido, e remete ao sabor ácido (Heller, 2013).

Dessa forma, este trabalho teve por objetivo comparar as farinhas de mandioca com buriti e com açafraão em relação às características físicas e físico-químicas.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em uma casa de farinha de Cruzeiro do Sul, Acre, em fevereiro de 2020. Foram produzidos dois lotes de farinha em semanas diferentes para não haver nenhuma contaminação entre as amostras, sendo os tratamentos: T1 = uso de polpa de buriti (Figura 1A) e T2 = uso de açafraão-da-terra em pó (Figura 1B). Os componentes foram adicionados na etapa de trituração das raízes, seguindo o modo tradicional da região. O açafraão em pó utilizado foi preparado pelo próprio agricultor, a partir de raízes de *Curcuma longa* L., cultivadas em sua propriedade, na concentração de 0,5%. O buriti foi adicionado na forma de polpa in natura, na concentração de 3,2%. As concentrações foram escolhidas considerando a preferência dos produtores por essas tonalidades de farinha, sendo calculadas em função do peso das raízes descascadas. Para cada repetição foram coletadas três amostras de 500 g de farinha em sacos plásticos transparentes, colocados em embalagens secundárias ao abrigo da luz, as quais foram transportadas via aérea para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Acre, em Rio Branco.

No laboratório as amostras foram homogeneizadas e analisadas quanto à umidade, em estufa com circulação de ar a 105 °C/8 horas (AOAC, 2012); cinzas, por incineração em mufla a 540 °C (AOAC, 2012); extrato etéreo, pelo método de Soxhlet em extrator de óleos e graxas (AOAC, 2012); proteína total, pelo método de micro-Kjeldahl com destilador de nitrogênio utilizando-se o fator de conversão 6,25 (AOAC, 2012); fibra bruta, por digestão em determinador de fibras em H₂SO₄ 1,25% p/v e NaOH 1,25% p/v (AOAC, 2012); acidez total titulável (AOAC, 2012); pH, por leitura direta em peagâmetro digital de bancada; atividade de água, por leitura direta em medidor de atividade de água portátil; e cor instrumental em colorímetro Konica Minolta CR5. O equipamento foi operado no modo reflectância e a escala de cor utilizada foi CIE Lab (L*, a*, b*), com iluminante D65 e ângulo de 10°. Os valores de L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) foram obtidos diretamente do colorímetro. L* varia de 0 a 100, em que o valor 0 indica o preto (ou cor escura), e o 100 o branco (cor clara). Foram calculados os valores de cromaticidade ou C* ($C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$) e ângulo de tonalidade ou H° ($H^\circ = \arctan b^*/a^*$), referidos como sistema de cor CIELCh. Para H*, o 0 representa vermelho puro; o 90, o amarelo puro; o 180, o verde puro; e o 270, o azul puro. Assim, valores de H* próximos de 90 indicam tonalidade amarela e, quanto mais próximos de 0, tonalidade vermelha. Com relação ao croma, quanto mais altos os valores de C*, mais viva a cor observada (Lawless; Heymann, 1998).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (adição de buriti e de açafraão-da-terra) e três repetições, sendo um saco de 500 g a parcela experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias do fator quantitativo comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional Sisvar (Ferreira, 2008).



Fotos: Joana Maria Leite de Souza

Figura 1. Farinha de mandioca com adição de buriti (A) e com açafraão-da-terra (B).

Resultados e discussão

As farinhas de mandioca estão de acordo com os padrões da legislação brasileira (Brasil, 2011), que estabelece índices máximos de 13% de umidade, 1,4% de cinzas e 2,3% de fibras para farinhas de mandioca do grupo seca (Tabela 1).

Com exceção do pH e luminosidade, a adição dos componentes alterou a composição físico-química da farinha de mandioca (Tabelas 1 e 2). A adição do buriti na farinha de mandioca proporcionou maior teor de extrato etéreo, fibra, carboidratos e valor energético (Tabela 1), bem como maior acidez, atividade de água e componente de cor a^* (Tabela 2). Souza et al. (2018), analisando a farinha de mandioca com adição de polpa de buriti liofilizada, também obtiveram maiores valores de extrato etéreo e fibra bruta total em comparação à farinha tradicional, demonstrando potencialidade para o enriquecimento da farinha de mandioca com esse componente. A polpa do buriti é considerada bastante energética (Darnet et al., 2011), sendo uma matéria-prima rica em lipídeos (Carneiro; Carneiro, 2011), fibra insolúvel (Lage, 2014) e fonte de provitamina A (Yuyama et al., 1998), contribuindo para o aumento desses nutrientes na farinha de mandioca. O buriti já foi utilizado para o enriquecimento de alguns produtos, como pães (Gomes et al., 2020), biscoitos (Santos et al., 2011), iogurte (Cunha et al., 2019) e barra de cereal (Cardoso et al., 2017), sendo recomendado para pessoas que buscam e precisam de uma alimentação saudável e energética.

Tabela 1. Valores médios da composição centesimal de farinhas de mandioca com açafrão-da-terra (*Curcuma longa*) a 0,5% e buriti a 3,2%.

Produto adicionado	Umidade (%) [*]	Cinza (%) [*]	Extrato etéreo (%) [*]	Proteína total (%) [*]	Fibra bruta (%) [*]	Carboidrato total (%) [*]	Valor energético* (kcal 100 g ⁻¹)
Buriti	1,45 b	0,65 b	0,48 a	0,49 b	1,42 a	95,49 a	382,59 a
Açafrão-da-terra	4,98 a	0,75 a	0,00 b	0,84 a	0,95 b	92,41 b	369,13 b
CV (%) ⁽¹⁾	5,09	4,34	10,61 ⁽²⁾	5,45	5,47	0,31	0,20
Média	3,22	0,69	0,24	0,67	1,19	93,95	375,86

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação. ⁽²⁾Coeficiente de variação de variável transformada em raiz quadrada de $Y + 0,5 - \text{SQRT}(Y + 0,5)$.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste T.

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

A farinha de mandioca com buriti demonstrou acidez elevada e maior que a farinha com açafrão, que teve acidez baixa (Tabela 2), de acordo com a legislação (Brasil, 2011). A polpa de buriti é de caráter ácido (Souza, 2013), o que para a indústria de processamento representa um bom atributo, uma vez que a deterioração microbiana é dificultada em meios ácidos (Castro et al., 2014).

Além disso, a farinha com buriti apresentou maiores valores do parâmetro a^* do que a farinha com açafrão (Tabela 2). A polpa de buriti possui elevado conteúdo de carotenoides, principalmente β -caroteno (Hamacek et al., 2018), além das concentrações mais elevadas utilizadas no experimento, em relação ao açafrão.

A adição de açafrão-da-terra na farinha de mandioca proporcionou maior teor de umidade, cinzas, proteína total (Tabela 1), bem como maior componente de cor b^* (Tabela 2). Álvares et al. (2015) encontraram maior teor de cinzas na farinha de mandioca à medida que se elevou a concentração de açafrão-da-terra na sua composição, fato justificado pelo próprio teor de cinzas elevado da *Curcuma longa* (Cecílio Filho et al., 2000). O açafrão-da-terra possui um dos maiores teores de proteínas dentre as tuberosas amiláceas (Leonel et al., 2005) e talvez por isso tenha se sobressaído em relação à farinha de buriti nessa característica (Tabela 1).

A farinha com açafrão apresentou coloração mais amarelada (maiores valores para o parâmetro de cor b^*) do que a farinha com buriti, com maior ângulo de matiz (H^*) e saturação ou cromaticidade (C^*) (Tabela 2), indicando que a farinha adquiriu uma cor mais amarela (H^* próximo de 90°) e mais viva (C maior, se aproximando da cor pura) quando o açafrão foi adicionado. O açafrão-da-terra tem sido utilizado há tempos como alimento na forma de condimento, decorrente de sua coloração amarelada intensa, característica de seu principal composto, a curcumina (Cecílio Filho et al., 2000) e, por isso, é muito usado em substituição aos corantes artificiais em alimentos.

Tabela 2. Valores médios na caracterização físico-química e características de cor de farinhas de mandioca com açafrão-da-terra (*Curcuma longa*) a 0,5% e buriti a 3,2%.

Componente adicionado	Acidez (%) [*]	pH ^{ns}	Atividade de água [*]	L ^{ns}	a^*	b^*	Ângulo de matiz (H^*) [*]	Cromaticidade (C^*) [*]
Buriti	4,42 a	4,48 a	0,12 a	88,33 a	1,57 a	13,00 b	83,11 b	13,09 b
Açafrão	2,34 b	4,47 a	0,04 b	87,18 a	-1,12 b	20,04 a	86,80 a	20,08 a
CV (%) ⁽¹⁾	10,89	0,74	2,06 ⁽²⁾	0,66	6,50 ⁽²⁾	3,35	0,80	3,43
Média	3,38	4,47	0,08	87,75	0,22	16,52	84,95	16,55

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação. ⁽²⁾Coeficiente de variação de variável transformada em raiz quadrada de $Y + 0,5 - \text{SQRT}(Y + 0,5)$.

* e ^{ns}Significativo e não significativo ao nível de 5% pelo teste T, respectivamente.

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

Conclusões

Os parâmetros químicos e físico-químicos analisados das farinhas de mandioca com buriti e açafrão atendem as exigências da legislação brasileira vigente, demonstrando seu potencial para o desenvolvimento desses produtos alimentícios. As farinhas com esses componentes podem ser interessantes, uma vez que a cor amarela é muito eficaz para atrair a atenção dos consumidores, além de ser boa fonte de lipídeo e fibra (farinha com buriti) e possuir maior teor de proteínas (farinha com açafrão).

Agradecimento

Os autores agradecem aos produtores de farinha, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de iniciação científica e aos empregados da Embrapa Acre Ailson Luiz Sudan Madruga, John Lennon Mesquita Catão, Manoel Delson Campos Filho e Francisco Álvaro Viana Felisberto pelo auxílio.

Referências

- ÁLVARES, V. S.; SILVA, R. S.; CUNHA, C. R.; FELISBERTO, F. A. V.; CAMPOS FILHO, M. D. Efeito de diferentes concentrações de corante natural de açafrão-da-terra na composição da farinha de mandioca artesanal. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 256-262, jan./mar. 2015.
- AOAC. **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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 214, Seção 1, p. 18-20, 8 nov. 2011.
- CARNEIRO, T. B.; CARNEIRO, J. G. M. Frutos e polpa desidratada buriti (*Mauritia flexuosa* L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 105-111, 2011.
- CARDOSO, I. R. M.; ZUNIGA, A. D. G.; FRONZA, P.; MACIEL, A. G.; FERREIRA, J. S. Elaboration of a cereal bar enhanced with flour of buriti pulp (*Mauritia flexuosa* L.). **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 4, n. 2, p. 99-106, 2017.
- CASTRO, D. S.; SOUSA, E. P.; NUNES, S. J.; SILVA, L. M. M.; MOREIRA, I. S. Caracterização física e físico-química de polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*). **Revista Verde**, v. 9, n. 2, p. 117-120, 2014.
- CECÍLIO FILHO, A. B.; SOUZA, R. J.; BRAZ, L. T.; TAVARES, M. Cúrcuma: planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 171-175, 2000.
- CUNHA, M. J. U.; TOMIOZZO, A.; SANTOS, E. L. Perfil físico-químico e nutricional de iogurte enriquecido com polpas de buriti (*Mauritia flexuosa* Linn.). **Revista Semana Tecnológica**, v. 4, n. 1, p. 54-57, 2019.
- DARNET, S. H.; SILVA, L. H. M.; RODRIGUES, A. M. C.; LINS, R. T. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 488-491, 2011.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- GOMES, R. C.; COIMBRA, K. L. F.; SILVA, A. S. S.; SILVA JÚNIOR, A. C. S. Elaboração e caracterização do pão enriquecido com farinha a base de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). **PUBVET**, v. 14, n. 1, a497, p. 1-5, jan. 2020.

HAMACEK, F. R.; DELLA LUCIA, C. M.; SILVA, B. P.; MOREIRA, A. V. B.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Buriti of the cerrado of Minas Gerais, Brazil: physical and chemical characterization and content of carotenoids and vitamins. **Food Science Technology**, v. 38, p. 263-269, 2018. Suppl. 1.

HELLER, E. **A psicologia das cores**: como as cores afetam a emoção e a razão. São Paulo: Gustavo Gili, 2013.

LAGE, N. N. **Avaliação do potencial antioxidante da farinha de buriti (*Mauritia flexuosa*) in vitro e em ratos diabéticos**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Nutrição: Bioquímica e Fisiologia da Nutrição) – Escola de Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Nutrição, Ouro Preto, MG.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 1998. 819 p.

LEONEL, M.; OLIVEIRA, M. A.; DUARTE FILHO, J. Espécies tuberosas tropicais como matérias-primas amiláceas. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 1, p. 49-68, out. 2005.

MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, Dec. 2011.

SANTOS, C. A.; RIBEIRO, R. C.; SILVA, E. V. C.; SILVA, N. S.; SILVA, B. A.; SILVA, G. F.; BARROS, B. C. V. Elaboração de biscoito de farinha de buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) com e sem adição de aveia (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 5, n. 1, p. 262-273, 2011.

SOUZA, V. L. **Análise físico-química da polpa do fruto do buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) do município de Ariquemes-RO**. 2013. 30 f. Monografia (Bacharelado em Farmácia) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, RO.

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.

YUYAMA, L. K. O.; YONEKURA, L.; AGUIAR, J. P. L.; SOUSA, R. F. S. Biodisponibilidade dos carotenóides do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) em ratos. **Acta Amazonica**, v. 28, n. 4, p. 409-415, 1998.



Acre