

Eventos Técnicos & Científicos

nº 4 / outubro, 2022

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



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

Atividades Agropecuária e Florestal para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia

21 e 22 de outubro de 2021

Rio Branco, AC



Embrapa

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

Eventos Técnicos & Científicos nº 4 / outubro, 2022

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

Atividades Agropecuária e Florestal para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia

21 e 22 de outubro de 2021

Rio Branco, AC

*Rodrigo Souza Santos
Fabiano Marçal Estanislau
Editores Técnicos*

*Embrapa Acre
Rio Branco, AC
2022*

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 Presidente <i>Elias Melo de Miranda</i> Secretária-Executiva <i>Claudia Carvalho Sena</i>
	Membros <i>Carlos Mauricio Soares de Andrade, Celso Luis Bergo, Evandro Orfanó Figueiredo, Rivadalve Coelho Gonçalves, Rodrigo Souza Santos, Romeu de Carvalho Andrade Neto, Tadálio Kamel de Oliveira, Tatiana de Campos, Virgínia de Souza Álvares</i>
	Supervisão editorial e revisão de texto <i>Claudia Carvalho Sena</i> <i>Suely Moreira de Melo</i>
	Normalização bibliográfica <i>Renata do Carmo França Seabra</i>
	Diagramação <i>Francisco Carlos da Rocha Gomes</i>
	Projeto gráfico <i>Francisco Carlos da Rocha Gomes</i>
	Capa <i>Kenno Vinicius</i>
	Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Acre

Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação (4. : 2021 : Rio Branco, AC).

Atividades agropecuária e florestal para o desenvolvimento sustentável da Amazônia: anais do IV Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação / Rodrigo Souza Santos, Fabiano Marçal Estanislau, editores técnicos.
– Rio Branco, AC : Embrapa Acre, 2022.

179 p. : il. color. (Eventos Técnicos & Científicos / Embrapa Acre, 4).

1. Pesquisa científica – Acre. 2. Pesquisa agrícola. I. Santos, Rodrigo 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

Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos

Apoio

Apresentação

A Floresta Amazônica representa um terço das florestas tropicais do mundo e desempenha papel imprescindível na manutenção de serviços ecológicos, garantindo a qualidade do solo, os estoques de água doce e a preservação da biodiversidade. Ademais, processos como a evaporação e transpiração de florestas também ajudam a manter o equilíbrio climático, fundamental para outras atividades econômicas, como a agricultura.

A questão da sustentabilidade na produção florestal e agropecuária na Amazônia tem sido um assunto controverso e um desafio para instituições governamentais e não governamentais envolvidas no processo. É importante que esse debate seja fomentado entre a comunidade científica (acadêmicos, professores e pesquisadores), bem como pela sociedade, a fim de que modelos de produção sejam implementados ou reorganizados, para atingir um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade da região Amazônica.

Nesse sentido, o *IV Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação* se configura como um fórum de debate científico e apresentação de estudos relacionados à atividade agropecuária e florestal, cujas pesquisas visam aumentar a produtividade agrícola/florestal em consonância com o desenvolvimento sustentável da Amazônia. Em 2021 o seminário foi realizado em formato totalmente on-line e teve por objetivo apresentar resultados de pesquisa realizada por estudantes de graduação e/ou pós-graduação, pesquisadores e analistas da Embrapa Acre para resolução de problemas específicos da região.

Nos anais do IV seminário constam 23 trabalhos científicos, apresentados nas modalidades oral e pôster on-line, os quais representam resultados de pesquisas desenvolvidas na Embrapa Acre relacionadas à agropecuária e produção florestal. É motivo de orgulho de todos os envolvidos apresentar para a sociedade os resultados de pesquisa gerados pelas equipes da Embrapa Acre e fomentados pelos Programas Institucionais de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic) e de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Pibiti) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Esta publicação está de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) e 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.

Rodrigo Souza Santos

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

Sumário

Trabalhos Apresentados na Modalidade Oral

Avaliação de Frações do Óleo de <i>Piper aduncum</i> L. como Sinérgicas de Inseticidas Carbamatos e Espinosinas	11
Sinergismo Relacionado à Proporção dos Constituintes do Óleo Essencial de <i>Piper aduncum</i> L.	17
Frações do Óleo Essencial de <i>Piper aduncum</i> L. Utilizadas como Sinérgicas de Inseticidas Fosforado e Benzoilureia	23
Diferentes Níveis de Sombreamento no Crescimento Inicial em Campo de Açaizeiro-Solteiro	29
Efeito do Volume de Recipiente na Produção de Mudas de <i>Euterpe precatoria</i>	35
Crescimento de Cultivares de Abacaxizeiro nas Condições de Rio Branco, Acre	41
Crescimento, Produção e Qualidade de Frutos de Cultivares de Abacaxizeiro nas Condições Edafoclimáticas do Estado do Acre	47
Caracterização de Variedades de Mandioca no Vale do Juruá, Acre.....	53
Composição Centesimal e Quantificação de β-Caroteno em Farinhas de Mandioca Enriquecidas com Polpa de Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L.).....	59
Prospecção da Produção e Uso do Açafrão-da-Terra pelos Produtores de Farinha de Mandioca de Cruzeiro do Sul, Acre	71
Prospecção do Açafrão-da-Terra em Pó Comercializado em Cruzeiro do Sul.....	81
Estabilidade Física de Emulsões de Ricinoleato de Sódio Adicionado ao Óleo Essencial de <i>Piper aduncum</i> L., em Diferentes Concentrações	89
Avaliação do Grau de Fitotoxicidade de Emulsões de Ricinoleato de Sódio com o Óleo Essencial de <i>Piper aduncum</i> L. (Piperaceae), em Plântulas de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. (Fabaceae).....	95

Trabalhos Apresentados na Forma de Pôster

Sinergista de Origem Vegetal em Combinação com Inseticidas Inibidores da Biossíntese de Quitina	105
Rendimento da Farinha de Mandioca Artesanal em Função de Diferentes Concentrações de Açafrão-da-Terra	111
Mancha Olho de Pássaro Causada por <i>Bipolaris heveae</i> em Clones de Seringueira no Acre, Brasil.....	117

Avaliação do Efeito da Sazonalidade na Produção <i>in vitro</i> de Embriões da Raça Nelore no Acre.....	123
Avaliação da Produção de Embriões Bovinos Utilizando o Sêmen Sexado e Convencional	129
Desempenho Produtivo do Milho em Resposta às Adubações Nitrogenada e Potássica em Cobertura no Acre	135
Avaliação de Grupos Genéticos em Sistema de Produção Leiteiro Intensivo a Pasto no Acre	145
Caracterização de Novos Microssatélites Desenvolvidos a partir do Transcriptoma de Amendoim Forrageiro	161
Doenças em Genótipos de Amendoim Forrageiro em Estande Puro em Consórcio com Gramínea	167
Propriedade Modal Leiteira Acreana	175

**Trabalhos Apresentados na
Modalidade Oral**

Avaliação de Frações do Óleo de *Piper aduncum* L. como Sinérgicas de Inseticidas Carbamatos e Espinosinas

Maria Érica Costa de Lima¹, Murilo Fazolin² e André Fábio Medeiros Monteiro³

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

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

³Biólogo, mestre em Ecologia, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O óleo essencial de *Piper aduncum* L. (Oepa) é composto majoritariamente por dilapiol. Os constituintes de óleos essenciais são termossensíveis e a destilação fracionada a vácuo é o processo mais indicado, por proporcionar baixos pontos de ebulição da mistura, evitando a sua degradação. Na aplicação dessa técnica para a purificação do Oepa, há até seis frações em média, sendo duas delas ricas em terpenoides e obtidas nas primeiras fases do processo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia sinérgica das frações do Oepa, combinadas com os inseticidas químicos metomil (carbamato) e spinosad (espinosinas), por contato tópico e residual. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre e, em todos os bioensaios, lagartas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) foram utilizadas. As frações de Oepa fenilpropanoicas apresentam efeito sinérgico por meio da ação combinada de seus constituintes para metomil e spinosad. A presença de fenilpropanoides, particularmente dilapiol, na composição química da fração foi fundamental na revelação do efeito sinérgico para os dois ingredientes ativos avaliados.

Termos para indexação: Piperaceae, pimenta-de-macaco, sinergismo, terpenos.

Introdução

Piperáceas como *Piper aduncum* L. são abundantes no estado do Acre. O processo de industrialização dessa espécie é semelhante ao utilizado para obtenção do óleo essencial rico em safrol a partir de *Piper hispidinervum* C. DC. (Fazolin et al., 2006). O óleo essencial de *P. aduncum* (Oepa) é composto por dilapiol (Fazolin et al., 2007), cuja estrutura química apresenta também o grupo metilenodioxifenil ligado a dois grupos metoxila (OCH₃). Esse composto interfere nas funções do citocromo P-450 (P450s), esterases e glutatona S-transferase (GST) dos insetos. Durante essa interferência, ocorre a redução do processo de destoxificação, viabilizando a utilização do Oepa como inseticida e sinérgico de inseticidas convencionais (Nagababu; Lakshnmaiah, 1994).

Os compostos ou grupos presentes nas frações do óleo essencial encontram-se em uma mistura em concentrações diferentes, mas normalmente um deles é majoritário, enquanto os outros compostos são encontrados em menores teores, alguns em baixas quantidades, chamados de traços (Simões et al., 2003).

A ação do sinergista minimiza a quantidade de inseticida químico necessária para o controle de insetos, pois age como um substrato alternativo, interferindo negativamente na destoxificação. Pode ainda reagir com sítios do sistema enzimático, inibindo a excreção do inseticida (Casida, 1970). A posição dominante de butóxido de piperonila no mercado tem sido atribuída a diversos fatores, dentre os quais uma alta eficácia como sinergista das principais classes de inseticidas (piretroides, carbamatos, organofosforados e reguladores de crescimento de insetos) (Tozzi, 1999).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia sinérgica das combinações das frações do óleo essencial de *P. aduncum* ricas em monoterpenos e sesquiterpenos, com inseticidas químicos (carbamato e espinosinas), por contato tópico e residual de larvas de terceiro instar da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre, no município de Rio Branco, AC. Em todos os bioensaios, lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda*, criadas em laboratório em dieta artificial, foram utilizadas conforme metodologia proposta por Cruz (2000). Os componentes ativos metomil (carbamato) e spinosad (espinosinas) foram adquiridos da empresa Sigma-Aldrich.

O óleo essencial de *P. aduncum* (Oepa) foi obtido utilizando o princípio de arraste de vapor em um sistema de caldeira aquecida a diesel, adaptada de Pimentel e Silva (2000), e redestilado por meio do sistema de retificação fracionada, utilizando coluna de recheio. O processo teve a duração de 4 horas e, a cada 15 minutos, houve coletas das frações para posterior estudo biológico e de caracterização química, sendo obtidas seis frações (F1, F4, F7, F9, F22 e F34). Para a identificação e quantificação dos constituintes químicos dessas frações, foram realizadas análises em cromatógrafo gasoso (detector DIC), acoplado ao espectrômetro de massa (CG-EM) (Marques et al., 2010).

As condições ambientais e inseto-alvo utilizado, a determinação das doses e concentrações letais, a montagem dos bioensaios toxicológicos por contato tópico e a estatística experimental seguiram os protocolos descritos em Fazolin et al. (2017).

Bioensaios toxicológicos por contato residual foram realizados utilizando placas de Petri e papéis-filtros de 3,2 cm de diâmetro, sendo cada unidade impregnada, com auxílio da micropipeta, de 50 µL das concentrações dos tratamentos a serem avaliados. Após total evaporação do solvente em capela de exaustão de gases, os papéis-filtros já secos foram colocados nas placas previamente etiquetadas, que em seguida receberam as lagartas de *S. frugiperda*.

Para todos os bioensaios dos compostos individuais tanto por contato tópico como residual os dados de mortalidade de concentração foram submetidos à análise de Probit, utilizando-se o programa de análises estatísticas SAS (SAS Institute, 2001) para determinar a CL₅₀ e DL₅₀ de cada composto. Os valores de mortalidade foram corrigidos pela mortalidade da testemunha, utilizando-se a fórmula de Abbott (1925).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Após a obtenção das DL₅₀ e CL₅₀ dos inseticidas ou das frações isoladamente, foram realizadas combinações de subdoses do ingrediente ativo (i.a.), inseticida com subdoses das frações do óleo essencial ou com o décuplo (dez vezes mais) de butóxido de piperonila. As subdoses de cada fração foram definidas como ½ e ¼ da DL₅₀ e CL₅₀, respectivamente, uma vez que ainda não foram estabelecidas, para essas combinações sinérgicas, subdoses das frações com base em curvas de isobologramas.

O efeito sinérgico das combinações de ingrediente ativo inseticida + frações do Oepa foi avaliado em relação à combinação ingrediente ativo inseticida + butóxido de piperonila (PBO). Foi considerado significativo quando não se constatou sobreposição dos valores dos intervalos de confiança ($p < 0,05$) das CL₅₀ ou DL₅₀ das combinações dos inseticidas com as frações de Oepa, em relação às combinações dos mesmos inseticidas com butóxido de piperonila. Dessa forma, a metodologia

de avaliação toxicológica foi a mesma descrita para as frações e princípios ativos de inseticidas considerados isoladamente. A eficácia sinérgica das frações foi avaliada por meio do cálculo da razão de toxidez ou fator de sinergismo (FS), baseado em Guedes et al. (1995), ($FS = CL_{50}$ i.a. inseticida/ CL_{50} i.a. inseticida + fração ou butóxido de piperonila), revelando a potência relativa das combinações sinérgicas entre as concentrações letais (CL_{50}) dos i.a. inseticidas tomados isoladamente e as combinações desses com os sinergistas.

Resultados e discussão

Apenas cinco subdoses de frações apresentaram efeitos sinérgicos significativos quando combinadas com o inseticida à base de espinosinas, por contacto tópico: F7 subdoses $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$ da DL_{50} , F22 subdoses $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$ da DL_{50} , F34 subdose $\frac{1}{4}$ da DL_{50} . Na exposição por contato residual das combinações do inseticida à base de spinosad com as subdoses das frações avaliadas, oito apresentaram efeito sinérgico significativo: F4 subdose $\frac{1}{4}$, F7 subdose $\frac{1}{2}$, F9 subdoses $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$, F22 subdoses $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$ e F34 subdoses $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$ das CL_{50} .

Apenas uma das frações apresentou efeitos sinérgicos significativos quando combinada com o inseticida à base de metomil por contato tópico: F4 subdose $\frac{1}{2}$ DL_{50} . Na exposição por contato residual das combinações do inseticida à base de metomil com as subdoses das frações do Oepa avaliadas, quatro apresentaram efeito sinérgico significativo: F7 $\frac{1}{2}$ da CL_{50} , F9 $\frac{1}{2}$ da CL_{50} , F22 $\frac{1}{2}$ da CL_{50} e F34 $\frac{1}{2}$ da CL_{50} .

Os significativos valores dos fatores de sinergismo (FS), observados por contato tópico para a combinação de subdose $\frac{1}{2}$ F4 com o inseticida metomil, podem estar relacionados ao efeito aditivo e não sinérgico causado pela ação inseticida de um ou mais desses monoterpenos, uma vez que, à semelhança dos inseticidas carbamatos, funcionam como neurotóxicos. Carbamatos são inibidores diretos da enzima acetilcolinesterase (Papa, 2008).

Uma hipótese para explicar a ausência de significância no FS para as frações terpênicas F1 e F4 com inseticida spinosad pode estar relacionada à diferença de seu modo de ação em relação aos inseticidas carbamatos como o metomil, embora a ação do spinosad esteja relacionada também aos distúrbios do sistema nervoso central dos insetos. Trata-se de um inseticida modulador alostérico dos receptores nicotínicos de acetilcolina. Essas moléculas moduladoras podem alterar a atividade da enzima acetilcolinesterase, tornando-a mais ativa, fazendo com que os impulsos nervosos sejam transmitidos de forma ininterrupta e descontrolada, induzindo o inseto à excitação, tremores contínuos, paralisação pela fadiga muscular e morte (Marques, 2018).

Com relação às frações mistas (F7 e F9), além dos terpenos em menores proporções, observa-se a ocorrência de teores de fenilpropanoides em valores acima de 20% em suas composições, o que pode ser considerado como uma das causas da manifestação do efeito sinérgico observado tanto para o inseticida spinosad como para a exposição residual do metomil. Nota-se que ocorreu uma diferença significativa dos resultados relacionada ao modo de contaminação para as diferentes combinações das frações com os dois inseticidas considerados.

Considerando que nas F7 e F9 ocorreu um significativo aumento nos teores de terpenoides, pode-se inferir que existe a possibilidade de que isso tenha ocasionado uma interferência positiva no efeito sinérgico, principalmente por contato tópico, para o inseticida spinosad.

No caso das frações fenilpropanoicas F22 e F34 os compostos majoritários dilapiol, miristicina e sarisan podem ser apontados como responsáveis pelo efeito sinérgico, uma vez que um considerável volume de avaliações experimentais indica esses compostos como inibidores de enzimas destoxificativas de insetos (Lichtenstein et al., 1974; Bernard; Philogène, 1993; Qin et al., 2010). As F22 e F34 do óleo essencial de *P. aduncum*, por possuírem como composto majoritário o dilapiol (82,0% e 92,1%, respectivamente), apresentam o potencial de inibir, além das monooxigenases P-450, outras importantes famílias de enzimas destoxificativas: esterases e glutationas-S transferases (Lichtenstein et al., 1974; Handa; Dewan, 1974; Mukerjee et al., 1979; Bernard; Philogène, 1993; Bertrand, 1993; Shankarganesh et al., 2009), podendo conferir assim um amplo espectro sinérgico para os inseticidas avaliados.

Para os inseticidas metomil e spinosad os valores significativos dos FS foram observados tanto pelo contato tópico quanto pelo residual na grande maioria das subdoses e subconcentrações letais avaliadas. Destaca-se a magnitude expressiva dos valores dos FS observados para as combinações do inseticida spinosad tanto por contato tópico quanto residual, credenciando essas frações como ideais para a promoção da sinergia desse grupo de inseticidas. Por último, observou-se em várias oportunidades uma diferença significativa dos valores dos fatores de sinergismo obtidos por contato tópico e residual dos inseticidas quando aplicados em combinações com $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$ nas doses e concentrações letais do Oepa. Tais resultados são atribuídos às respostas das diferentes proporcionalidades das combinações dos inseticidas com as subdoses e subconcentrações letais das frações do Oepa, que obedecem ao índice de equivalência o qual classifica as combinações como aditivas, sinérgicas ou antagônicas (Ramakrishnan; Jusko, 2001).

Conclusões

As frações terpênicas do Oepa, mistas e fenilpropanoicas apresentaram efeito sinérgico por contato residual quando combinadas ao inseticida metomil. Por contato tópico apenas a fração terpêlica F4 subdose $\frac{1}{2} \text{ CL}_{50}$ apresentou efeito sinérgico quando combinada ao inseticida metomil.

As frações terpênicas do Oepa não promoveram efeito sinérgico quando combinadas ao inseticida spinosad, independentemente do modo de contato das lagartas de *S. frugiperda*. Já as frações fenilpropanoicas do Oepa promoveram efeito sinérgico quando combinadas ao inseticida spinosad, independentemente do modo de contato, na grande maioria das subdoses e subconcentrações letais avaliadas. As combinações do inseticida spinosad com as frações fenilpropanoicas apresentaram sinergismo expressivo por contato residual.

A presença de fenilpropanoides, particularmente o dilapiol, na composição química da fração é fundamental para a revelação do efeito sinérgico.

Agradecimento

Os autores agradecem aos colaboradores do Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro por meio da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor.

Referências

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265-267, Apr. 1925.
- BERNARD, C. B.; PHILOGÈNE, B. J. R. Insecticide synergists: role, importance, and perspectives. **Journal of Toxicology and Environmental Health: Part A Current Issues**, v. 38, n. 2, p. 199-223, Feb. 1993. DOI: <https://doi.org/10.1080/15287399309531712>.
- BERTRAND, M. C. **Etudes toxicocinetiques et synergiques de l'azadirachtine dihydrogénée chez la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilis***. 1993. 129 f. (Thèses) – Université d'Ottawa, Ottawa.
- CASIDA, J. E. Mixed-function oxidase involvement in the biochemistry of insecticide synergists. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 18, n. 5, p. 753-772, 1970. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf60171a013>.
- CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith). In: BUENO, V. H. P. (ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Viçosa: Ufla, 2000.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALECIO, M. R.; LIMA, M. S. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C.DC., *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur.& K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 113-120, fev. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000100017>.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; COSTA, C. R. da. **Potencialidades da pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.)**: características gerais e resultados de pesquisa. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2006. 53 p. (Embrapa Acre. Documentos, 103). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/505568>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; MONTEIRO, A. F. M.; SILVA, I. M.; GOMES, L. P. Sinético alternativo para inseticidas inibidores de acetilcolinesterase. **Revista Agro@mbiente On-Line**, v. 11, n. 3, p. 232-240, jul./set. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i3.3995>.
- GUEDES, R. N.; PICANÇO, M. C.; GUEDES, N. M. P.; MADEIRA, N. R. Sinergismo do óleo mineral sobre a toxicidade de inseticidas para *Scrobipalpula absoluta* (Lepidoptera: Gelechidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 313-318, mar. 1995.
- HANDA, S. K.; DEWAN, R. S. Evaluation of dillapiole and dihydrodillapiole as synergists for pyrethrins in dust formulations. **Pyrethrum Post**, v. 13, p. 46-47, 1974.
- LICHENSTEIN, E. P.; LIANG, T. T.; SCHULZ, K. R.; SCHNOES, H. K.; CARTER, G. T. Insecticidal and synergistic components isolated from dill plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 22, n. 4, p. 658-664, July 1974. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf60194a037>.
- MARQUES, D. D.; SARTORI, R. A.; LEMOS, T. L. G.; MACHADO, L. L.; SOUZA, J. S. N.; MONTE, F. J. Q. Chemical composition of the essential oils from two subspecies of *Protium heptaphyllum*. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 227-230, mar. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000100029>.
- MARQUES, L. **Espinosinas**: mecanismo de ação e características. 19 jul. 2018. Disponível em: <https://elevagro.com/materiais-didaticos/espinosinas-mecanismo-de-acao-e-caracteristicas/>. Acesso em: 6 maio 2020.
- MUKERJEE, S. K.; SAXENA, V. S.; TOMAR, S. S. New methylenedioxyphenyl synergists for pyrethrins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 27, n. 6, p. 1209-1211, Nov. 1979. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf60226a033>.

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

PAPA, G. Manejo integrado de pragas. In: ZAMBOLIN, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. (ed.). **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. p. 203-233.

PIMENTEL, F. A.; SILVA, M. R. da. **Recomendações sobre processo de destilação comercial de biomassa triturada de pimenta longa (*Piper hispidinervum*)**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 3 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 123). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/492672>. Acesso em: 10 ago. 2022.

QIN, W.; HUANG, S.; LI, C.; CHEN, S.; PENG, Z. Biological activity of the essential oil from the leaves of *Piper sarmentosum* Roxb. (Piperaceae) and its chemical constituents on *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Hispidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 96, n. 3, p. 132-139, Mar. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2009.10.006>.

RAMAKRISHNAN, R.; JUSKO, W. J. Interactions of aspirin and salicylic acid with prednisolone for inhibition of lymphocyte proliferation. **International Immunopharmacology**, v. 1, n. 11, p. 2035-2042, Oct. 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/s1567-5769\(01\)00132-1](https://doi.org/10.1016/s1567-5769(01)00132-1).

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

SHANKARGANESH, K.; SUBAHMANYAM, B.; WALIAAND, S.; DHIBGRA, S. Dillapiole mediated esterase inhibition in insecticide resistant *Spodoptera litura* (Fabricius). **Pesticide Research Journal**, v. 21, n. 2, p. 143-147, 2009.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. São Carlos: Editora da UFSCar, 2003. V. 6, p. 229-245.

TOZZI, A. A brief history of the development of piperonyl butoxide as an insecticide synergist. In: JONES, D. G. (ed.). **Piperonyl butoxide: the insecticide synergist**. Cambridge, MA: Academic Press, 1999. p. 1-5.

Sinergismo Relacionado à Proporção dos Constituintes do Óleo Essencial de *Piper aduncum* L.

Hoana Klicia Lopes Guimarães Oliveira¹, Maria Érica Costa de Lima², André Fábio Medeiros Monteiro³ e Murilo Fazolin⁴

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

²Graduanda em Engenharia Agronômica, Universidade Federal do Acre, bolsista do CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Biólogo, mestre em Ecologia, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

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

Resumo – O óleo essencial de *Piper aduncum* L. apresenta potencialidade de utilização como inseticida ou sinérgico de inseticidas químicos aplicáveis ao manejo de pragas. O objetivo deste trabalho foi analisar a influência da proporção relativa dos principais grupos ou classes de compostos presentes nas frações sobre o efeito sinérgico do óleo. As frações foram obtidas por retificação fracionada e a identificação dos constituintes realizada por CG-EM. Os ensaios consistiram na aplicação por contato tópico das concentrações dos compostos avaliados em lagartas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda*. O tempo de exposição dos insetos aos tratamentos foi de 24 horas. Os resultados das avaliações das frações combinadas com os inseticidas imidacloprido e bifentrina apontaram a fração 7 (F7) como a de maior expressão sinérgica. Uma hipótese para explicar a descontinuidade do efeito sinérgico com o aumento dos teores de dilapiol está relacionada à ausência ou mudança na proporção de determinados compostos minoritários da classe dos sesquiterpenos.

Termos para indexação: bioinseticidas, controle de praga, óleo essencial.

Introdução

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), é uma praga-chave para várias culturas, dentre elas a *Zea mays* (Viana, 1994). Para o seu controle têm sido utilizadas diversas classes de inseticidas sintéticos, entretanto o uso indiscriminado pode levar à resistência de indivíduos expostos a eles, além de prejuízos ao meio ambiente (Fazolin et al., 2016). Na busca de alternativas para substituição ao uso desses produtos, a utilização de inseticidas botânicos vem se apresentando como uma solução (Roel; Vendramim, 1999).

Dentre as plantas inseticidas atualmente estudadas, destacam-se as piperáceas como *Piper aduncum* L. abundantes no Acre. O óleo essencial de *P. aduncum* (Oepa) é rico em dilapiol (Fazolin et al., 2007), cuja estrutura química apresenta o grupo metilenodioxifenil a dois grupos metoxila (OCH₃) interferente nas funções do citocromo P-450, que altera o processo destoxicativo dos insetos, o que viabiliza seu emprego como sinérgico de inseticidas (Nagababu; Lakshnmaiah, 1994).

Resultados de trabalhos científicos indicam que o dilapiol sinergiza inseticidas dos grupos químicos como carbamatos, fosforados e piretroides (Bernard et al., 1990; Larocque et al., 1999; Liu et al., 2014; Fazolin et al., 2016).

O óleo essencial de *P. aduncum* apresenta potencialidade de utilização como inseticida ou sinérgico de inseticidas químicos aplicáveis ao manejo de pragas. Contudo, ações adicionais de pesquisa são necessárias para o maior conhecimento das frações desse óleo quanto à atividade inseticida e sinérgica, podendo-se determinar formulações adequadas para o controle de insetos.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência dos principais grupos de compostos presentes nas frações do Oepa de modo a mensurar a importância da sua proporção relativa sobre a eficácia sinérgica do óleo.

Material e métodos

Plantas de *P. aduncum* foram coletadas em área de produção da Embrapa Acre. O óleo essencial foi obtido utilizando o princípio de arraste de vapor em um sistema de caldeira aquecida a diesel, adaptada de Pimentel e Silva (2000). O óleo foi armazenado em recipientes de vidros âmbar e conservado em sala refrigerada entre 22 °C–25 °C para minimização da perda de compostos voláteis antes das análises. Os óleos essenciais obtidos por retificação fracionada foram redestilados por meio do sistema de destilação fracionada. Os compostos purificados imidacloprido (neonicotinoide), bifentrina (piretroide) e triflumuron (benzoilureia) foram adquiridos como padrões analíticos junto à Sigma-Aldrich.

Para a identificação e quantificação dos constituintes foram realizadas análises em cromatógrafo gasoso (detector DIC), acoplado ao espectrômetro de massa (CG-EM). A caracterização química foi feita pela comparação de seus espectros de massas com os disponíveis no banco de dados da espectroteca do CG-EM, por meio de padrões autênticos, com dados da literatura e também pelos índices de Kovats.

Inicialmente foram realizados testes preliminares com o propósito de determinar os padrões ideais dos fatores: tempo de exposição dos insetos, volume do produto a ser utilizado e número de insetos por tratamento. Os bioensaios preliminares serviram para a obtenção de faixas respostas, ou seja, os intervalos de concentrações que ocasionaram mortalidade próxima a 0% e a 100%. Cada faixa de resposta foi obtida a partir da solução-estoque do princípio ativo e posteriormente submetida às diluições sequenciais.

Sete concentrações foram estabelecidas, além de um controle (solvente acetona). Todas as concentrações foram usadas nos bioensaios definitivos para obtenção da curva de concentração x mortalidade e determinação da dose com probabilidade de causar 50% de mortalidade (DL_{50}) para cada composto testado.

Os ensaios consistiram na aplicação dorsal no pronoto das concentrações dos compostos avaliados com auxílio de uma microsseringa graduada. Em todos os bioensaios definitivos foram utilizadas lagartas de *S. frugiperda* (J. E. Smith, 1797), confinadas isoladamente em placas de Petri, mantidas em câmara climatizada à temperatura de 25 °C ± 1 °C e fotofase de 12 horas até o momento da avaliação da mortalidade dos indivíduos. O tempo de exposição dos insetos aos tratamentos foi de no mínimo 24 horas (dependendo dos resultados dos bioensaios preliminares) considerando-se a mortalidade cumulativa no período.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os resultados de mortalidade foram submetidos à análise de Probit, com a utilização do programa de análises estatísticas SAS (SAS Institute, 2001).

As estimativas das DL_{50} serviram de base discriminatória na detecção da toxicidade em relação ao inseto-alvo. Os valores de mortalidade foram corrigidos pela mortalidade da testemunha utilizando-se a fórmula de Abbott (Silva et al., 2007):

$$Mc(\%) = \%Mo - \%Mt \times 100$$

em que

100 - %Mt Mc = mortalidade corrigida.

Mo = mortalidade observada.

Mt = mortalidade na testemunha.

A eficácia das diferentes frações do óleo foi avaliada por meio do cálculo da razão de toxidez ($RT = DL_{50}$ i.a. inseticida/ DL_{50} i.a. inseticida + subdose de concentração do óleo essencial), revelando a potência relativa das combinações sinérgicas entre as concentrações ou doses letais do inseticida tomado isoladamente e as combinações deste com os sinergistas. O fator de sinergismo pode ser calculado a partir da razão aritmética dos valores da DL_{50} do inseticida/ DL_{50} da combinação inseticida com sinérgico.

O efeito sinérgico foi considerado significativo quando a FS_{50} de inseticida + fração do Oepa apresentou valores acima de 3. Quando a FS_{50} ficou acima de 10 a expressão do sinergismo foi considerada extremamente alta.

Compostos presentes em frações com altos valores de FS_{50} foram eleitos como prováveis sinérgicos ou inseticidas e tiveram sua bibliografia levantada.

Resultados e discussão

Foram obtidas oito frações (F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7 e F8). Observando os agrupamentos dos compostos quanto à similaridade das suas estruturas, houve um aumento nos teores de fenilpropanoides que variaram de 23,8% a 96,7% na última fração (F8). Paralelamente houve uma redução nos sesquiterpenos hidrocarbonados de 38,1% a 0,3%. Observou-se a ausência de monoterpenos a partir da F3 e dos alifáticos não terpênicos na F8. Os teores de sesquiterpenos oxigenados atingiram seu maior valor na F4 (6,6%) e depois foram reduzidos até a F8 (1,9%).

As F1, F2, F3 e F4 apresentaram número elevado de sesquiterpenos hidrocarbonados (entre 39,3% e 22,5%, respectivamente); e as F4, F5, F6, F7 e F8 maiores teores de fenilpropanoides (variando de 65,8% a 96,7%, respectivamente). Portanto, a classe predominante de compostos foram os fenilpropanoides na F2 e da F4 a F8 e os terpenoides na F1. Na F3 não há predomínio de classes dos compostos, ou seja, estão em uma proporção equilibrada de aproximadamente 1:1.

Os resultados das avaliações das frações combinadas com o inseticida imidacloprido apontaram a F7 como a de maior expressão sinérgica para as larvas de *S. frugiperda*, independentemente da subdose de sinérgico utilizada.

A F7 apresentou os maiores valores de FS_{50} em três das cinco combinações entre inseticidas e frações avaliadas, aumentando a atividade sinérgica com dois grupos de inseticidas. A principal diferença na composição química da F7 em relação à F6 é a mudança na razão ou proporcionalidade entre sesquiterpenos hidrocarbonados, sesquiterpenos oxigenados e fenilpropanoides. Verifica-se que a F7 apresenta menores teores de sesquiterpenos hidrocarbonados (SH) (de 7,6% para 2,2%) associados a uma manutenção nos teores de sesquiterpenos oxigenados (SO) (de 4,7% a 4,4%) quando comparada à F6. Os menores teores de terpenos na F8 em comparação à F7 podem estar relacionados com uma menor atividade sinérgica.

A hipótese para explicar o fenômeno estaria relacionada a um aumento e inversão na proporção de terpenos oxigenados na F7 (de 2SH:1SO para 1SH:2SO) comparada à F6 que poderia favorecer

uma maior expressão do sinergismo. Lima et al. (2011) sugerem que óleos com proporções relativas maiores de sesquiterpenos oxigenados têm maior atividade larvicida quando comparados a óleos essenciais ricos em sesquiterpenos hidrocarbonados. O possível mecanismo envolvido seria um aumento na permeabilidade celular trazido por esse grupo.

De acordo com Tak e Isman (2017), os hidrocarbonetos terpênicos tendem a prover os efeitos mais significantes de aumento sinérgico. A maioria das interações entre hidrocarbonetos terpênicos e outros compostos foi interpretada como efeitos relacionados ao aumento da solubilidade e penetração do xenobiótico sobre o inseto via aplicação tópica, ou seja, de como o tóxico pode atravessar a camada de cera do tegumento do inseto.

A F8 com maior teor de dilapiol e de fenilpropanoides não exibiu necessariamente um aumento de atividade sinérgica. Dilapiol e safrol (Bernard et al., 1995) bem como miristicina (Niu et al., 2012) são reconhecidos por seus efeitos sinérgicos quando combinados a inseticidas.

Uma hipótese que pode explicar a descontinuidade do efeito sinérgico com o aumento dos teores de dilapiol no Oepa está relacionada à ausência de determinados compostos minoritários que estariam atuando de forma aditiva, não permitindo a expressão do sinergismo na sua plenitude. Assim, é possível que outros constituintes das demais frações também estejam atuando como sinergistas ao aumentarem a absorção pela membrana celular, potencializando a atividade dos inseticidas avaliados.

Por fim, a diferença nos fatores de sinergismo entre a F1 e a fração de expressão sinérgica máxima (F7 ou F8), ou seja, aumentos de 1,5 x (de 1,9 a 3,1), 3 x (de 1,7 a 5,5) e 416 x (de 3,3 a 1.333,0), indica a importância da destilação fracionada na obtenção de formulações otimizadas para a expressão da atividade sinérgica.

Conclusões

Por contato tópico verificou-se que a F7 do Oepa expressou maior efeito sinérgico quando combinada com imidacloprido e bifentrina, ou seja, a presença do dilapiol associado a outros compostos minoritários pode ser responsável pelas maiores atividades sinérgicas obtidas nessa fração.

Agradecimento

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa e a Embrapa Acre pela estrutura e orientação para realização das atividades.

Referências

BERNARD, C. B.; ARNASON, J. T.; PHILOGÈNE, B. J. R.; LAM, J.; WADDEL, T. In vivo effect of mixtures of allelochemicals in the life cycle of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 57, n. 1, p. 17-22, Oct. 1990. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1990.tb01411.x>.

BERNARD, C. B.; KRISHANMURTY, H. G.; CHAURET, D.; DURST, T.; PHILOGENE, B. J. R.; SANCHEZ-VINDAS, P.; HASBUN, C.; POVEDA, L.; SAN ROMAN, L.; ARNASON, J. T. Insecticidal defenses of Piperaceae from the neotropics. **Journal of Chemical Ecology**, v. 21, n. 6, p. 801-814, June 1995. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf02033462>.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALECIO, M. R.; LIMA, M. S. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C.DC., *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur.& K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 113-120, jan./fev. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000100017>.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. V. E.; MONTEIRO, A. F. M.; SILVA, I. M. da; GOMES, L. P.; SILVA, M. S. de F. Combining the essential oil of *Piper aduncum* L. with commercial insecticides. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 6, p. 3903-3914, nov./dez. 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n6p3903.

LAROCQUE, N.; VINCENT, C.; BELANGER, A.; BOURASSA, J. P. Effects of tansy essential oil from *Tanacetum vulgare* on biology of oblique-banded leafroller, *Choristoneura rosaceana*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, n. 6, p. 1319-1330, June 1999. DOI: <https://doi.org/10.1023/a:1020974725437>.

LIMA, M. A.; OLIVEIRA, F. F. M. de; GOMES, G. A.; LAVOR, P. L.; NAGAO-DIAS, A. T.; LEMOS, T. L.; CARVALHO, M. G. de. Evaluation of larvicidal activity of the essential oils of plants species from Brazil against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 55, p. 11716-11720, Sept. 2011. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB11.1102>.

LIU, S. Q.; SCOTT, I. M.; PELLETIER, Y.; KRAMP, K.; DURST, T.; SIMS, S. R.; ARNASON, J. T. Dillapiol: a pyrethrum synergist for control of the colorado potato beetle. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 2, p. 797-805, Apr. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1603/ec13440>.

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

NIU, G.; POLLOCK, H. S.; LAWRENCE, A.; SIEGEL, J. P.; BERENBAUM, M. R. Effects of a naturally occurring and a synthetic synergist on toxicity of three insecticides and a phytochemical to navel orangeworm (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 2, p. 410-417, Apr. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1603/ec10194>.

PIMENTEL, F. A.; SILVA, M. R. da. **Recomendações sobre processo de destilação comercial de biomassa triturada de pimenta longa (*Piper hispidinervum*)**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 3 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 123). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/492672>. Acesso em: 10 ago. 2020.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em genótipos de milho tratados com extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* (Swartz). **Scientia Agricola**, v. 56, n. 3, jul. 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161999000300010>.

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

SILVA, W. C.; RIBEIRO, J. D.; SOUZA, H. E. M.; CORRÊA, R. de. S. Atividade inseticida de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae), praga de importância econômica no Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 2, p. 293-298, jun. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000200017>.

TAK, J.; ISMAN, M. B. Penetration-enhancement underlies synergy of plant essential oil terpenoids as insecticides in the cabbage looper, *Trichoplusia ni*. **Scientific Reports**, v. 7, 42432, Feb. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep42432>.

VIANA, P. A. Efeito de doses do inseticida Chlorpyrifos para o controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, na cultura do milho. In: EMBRAPA. Centro de Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**: período 1992-1993. Sete Lagoas, 1994. V. 6, p. 65-66.

Frações do Óleo Essencial de *Piper aduncum* L. Utilizadas como Sinérgicas de Inseticidas Fosforado e Benzoilureia

Natália da Silva Maisforte¹, André Fábio Medeiros Monteiro² e Murilo Fazolin³

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

²Biólogo, mestre em Ecologia, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

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

Resumo – O óleo essencial de *Piper aduncum* L. (Oepa) possui em sua composição compostos considerados sinérgicos pertencentes aos grupos químicos: fenilpropanoides, monoterpenos e sesquiterpenos. Para avaliar o efeito sinérgico das diferentes composições de suas frações (F) utiliza-se a destilação fracionada ou retificação para a separação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia sinérgica das frações do Oepa, combinadas com inseticidas químicos clorpirimifós (fosforado) por contato tópico e residual e lufenuron (benzoilureia) por contato tópico. Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre, sendo utilizadas lagartas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em todos eles. Por contato tópico nenhuma das frações do Oepa, quando combinadas com o princípio ativo clorpirimifós, apresentou efeito sinérgico significativo. A maioria das frações do Oepa sinergizou, por contato residual, o princípio ativo clorpirimifós, independentemente da concentração subletal da CL₅₀ considerada. Por contato tópico todas as frações do Oepa avaliadas apresentaram efeito sinérgico significativo quando combinadas com o princípio ativo lufenuron. Por contato tópico F4 (terpênica) e F22 (fenilpropanoica) tomadas nas doses subletais ¼ e ½ das respectivas DL₅₀ apresentaram expressiva magnitude sinérgica quando combinadas com o princípio ativo lufenuron.

Termos para indexação: dilapiol, sinergismo, terpenos.

Introdução

Piperáceas como *Piper aduncum* L. são abundantes no estado do Acre, sendo o processo de industrialização semelhante ao utilizado para obtenção do óleo rico em safrol, a partir de *Piper hispidinervum* C. DC. (Fazolin et al., 2006). O óleo essencial dessa espécie (Oepa) é composto, majoritariamente, pelo fenilpropanoide dilapiol (Fazolin et al., 2007), cuja estrutura química apresenta o grupo metilenodioxifenil a dois grupos metoxila (OCH₃).

Os compostos considerados sinérgicos presentes no Oepa pertencem aos grupos químicos: fenilpropanoides, monoterpenos e sesquiterpenos. Para avaliar as diferentes composições das frações do Oepa a destilação fracionada ou retificação é a mais indicada, sendo o processo de separação mais aplicado industrialmente para o fracionamento de óleos essenciais.

Ação do sinergista minimiza a quantidade de inseticida químico necessária para o controle de insetos, pois age como um substrato alternativo, interferindo negativamente na destoxificação. Inseticidas seletivos como os inibidores de biossíntese de quitina, particularmente as benzoilfenilureas como o lufenuron, são opções de interesse aos produtores, pois, mesmo apresentando ação lenta quando comparados a inseticidas neurotóxicos, atuam principalmente na cutícula do inseto, exercendo ação tóxica sobre as formas imaturas, especialmente durante a ecdise, quando as anomalias sobre a deposição de quitina podem acarretar muitas vezes dificuldades para liberação da exúvia o que causa a morte do inseto (Beeman, 1982).

Como a resistência aos inseticidas reguladores de crescimento está geralmente relacionada, dentre outros fatores, a outros grupos químicos de princípios ativos, é esperada a curto prazo a evolução da resistência da lagarta-do-cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), também ao triflumuron no Brasil. A posição dominante de butóxido de piperonila no mercado tem sido atribuída a diversos fatores, dentre os quais uma alta eficácia como sinergista das principais classes de inseticidas piretroides, carbamatos, organofosforados e reguladores de crescimento de insetos (Adams, 1995; Tozzi, 1999).

Com isso, os resultados aqui obtidos poderão, no futuro, servir de referência na formulação de um produto comercial com uma composição determinada eficaz como inseticida de origem vegetal, mantendo os padrões de qualidade química exigidos pelo mercado de agroquímicos.

Tais resultados apontam a potencialidade desses compostos como sinérgicos de inseticidas convencionais, motivando assim a investigação da potencialidade de uso das frações do Oepa para tal finalidade, o que constitui o objetivo da presente proposta.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia sinérgica das frações do óleo essencial de *P. aduncum*, ricas em monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanoides, associadas aos princípios ativos inseticidas clorpirifós e lufenuron, por contato tópico e residual em lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda*.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre, no município de Rio Branco, Acre. Em todos os bioensaios, lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda* foram utilizadas, sendo criadas em laboratório em dieta artificial, conforme metodologia proposta por Cruz (2000). Os princípios ativos utilizados, clorpirifós (fosforado) e lufenuron (benzoilureia), foram adquiridos na Sigma-Aldrich.

Para obtenção do óleo essencial, plantas de *P. aduncum* foram coletadas em área de produção da Embrapa Acre, separando-se somente as folhas e talos finos para secagem. O óleo essencial foi obtido em um extrator, utilizando o princípio de arraste de vapor em um sistema de caldeira aquecida a diesel, adaptada de Pimentel e Silva (2000). O armazenamento ocorreu em recipientes de vidros âmbar em sala refrigerada entre 22 °C–25 °C (para minimização da perda de compostos voláteis antes das análises).

Os óleos essenciais obtidos foram redestilados por meio do sistema de retificação fracionada, utilizando coluna de recheio. O processo teve a duração de 4 horas e a cada 15 minutos houve as coletas das frações de Oepa para posterior estudo biológico e de caracterização química. Para a identificação e quantificação dos constituintes químicos (óleos essenciais, frações e metabólitos isolados), foram realizadas análises em cromatografia gasosa utilizando detector DIC acoplado ao espectrômetro de massa (CG-EM).

As avaliações toxicológicas foram realizadas por meio de bioensaios preliminares ou definitivos. Os testes preliminares foram realizados com o propósito de determinar os padrões ideais dos seguintes fatores: tempo de exposição dos insetos aos compostos, volume do produto a ser utilizado e número de insetos por tratamento. Em seguida, foram estabelecidas entre cinco e sete concentrações de cada composto e das combinações com dilapiol, além de um controle (solvente acetona). Todas as concentrações foram usadas nos bioensaios definitivos de curva de concentração-mortalidade e

determinação da concentração ou dose com probabilidade de causar 50% de mortalidade (CL_{50} e DL_{50}) para cada composto testado.

Em todos os bioensaios definitivos, lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda* foram confinadas isoladamente em placas de Petri (5,0 cm x 1,5 cm) mantidas em câmara climatizada à temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\% \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas, até o momento da avaliação da mortalidade dos indivíduos. O tempo de exposição dos insetos aos tratamentos foi de 24 horas considerando-se a mortalidade cumulativa no período.

O efeito sinérgico das combinações de ingrediente ativo + frações do Oepa foi avaliado em relação à combinação ingrediente ativo + butóxido de piperonila. Foi considerado significativo quando não houve sobreposição dos intervalos de confiança a 95% das CL_{50} ou DL_{50} das combinações de inseticida com as frações de Oepa comparadas àquela combinação de inseticida com butóxido de piperonila.

Resultados e discussão

Nas frações consideradas mistas (F7 e F9), ou seja, em que há pelo menos dois grupos químicos com teores acima de 20%, observou-se que a F9 apresenta o maior valor de terpenos (70,7%).

No contato tópico das combinações das frações do Oepa com o inseticida clorpirifós, mesmo considerando a baixa magnitude dos valores dos fatores de sinergismo (FS) em todas as combinações sinérgicas, incluindo a combinação com o PBO, não houve significância desses valores entre as frações avaliadas e o inseticida clorpirifós.

No contato residual das combinações das frações do Oepa com o inseticida clorpirifós, a única fração que não apresentou efeito sinérgico significativo, quando combinada com o clorpirifós, foi a F9 dose subletal $\frac{1}{4}$ da sua CL_{50} , cujo valor do fator de sinergismo (FS) foi de 2,2. As demais frações apresentaram efeito significativo quando comparadas ao butóxido de piperonila. Destaca-se a F34 dose subletal da sua CL_{50} , $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$, que apresentou, além da significância, valores de FS com magnitude elevada em relação aos demais tratamentos (73,0 e 109,7, respectivamente).

Na avaliação por contato tópico das combinações das frações do Oepa com o inseticida lufenuron, todas as frações, independentemente das doses subletais utilizadas na combinação, sinergizaram significativamente o inseticida lufenuron. As F4 e F22, nas doses subletais $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ das respectivas DL_{50} , apresentaram valores do fator de sinergismo com magnitude expressiva em relação as demais combinações de frações com esse inseticida.

Esse cenário de eficácia foi totalmente modificado ao se observar os valores significativos de FS quando a contaminação das larvas foi realizada por contato residual, utilizando-se as mesmas frações do Oepa com clorpirifós. Por outro lado, tanto a F7 considerada mista como a F34 considerada fenilpropanoica apresentaram, além da significância sinérgica, valores expressivamente elevados de FS. No caso da F7 esse resultado pode estar relacionado a um suposto efeito aditivo que ocorreu concomitantemente ao efeito sinérgico.

Já para a F22 o expressivo efeito sinérgico de sua combinação com o lufenuron pode ser atribuído à predominância em sua composição dos fenilpropanoides (dilapiol e miristicina), uma vez que existe considerável volume de avaliações experimentais que apontam esses compostos como inibidores de uma ou mais famílias de enzimas destoxificativas de insetos (Lichtenstein et al., 1974; Bernard et al., 1990, 1993; Qin et al., 2010).

Conclusões

Por contato tópico nenhuma das frações do Oepa, quando combinadas com o princípio ativo clorpirimifós, apresentou efeito sinérgico significativo.

Com exceção da F9 (mista), concentração subletal $\frac{1}{4}$ da sua CL₅₀, as demais frações do Oepa sinergizaram, por contato residual, o princípio ativo clorpirimifós, independentemente da concentração subletal da CL₅₀ considerada.

Por contato residual a F7 (mista) e a F34 (fenilpropanoica), ambas na concentração subletal $\frac{1}{2}$ da CL₅₀, apresentaram expressivo sinergismo quando combinadas com o princípio ativo clorpirimifós.

Por contato tópico todas as frações do Oepa avaliadas apresentaram efeito sinérgico significativo quando combinadas com o princípio ativo lufenuron.

Por contato tópico a F4 (terpênica) e F22 (fenilpropanoica), nas doses subletais $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ das respectivas DL₅₀, apresentaram expressiva magnitude sinérgica quando combinadas com o princípio ativo lufenuron.

Agradecimento

Os autores agradecem aos colaboradores do Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro por meio da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor.

Referências

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography mass spectroscopy**. Illinois: Allured Publishing Corporation, 1995. 325 p.

BEEMAN, R. W. Recent advances in mode of action of insecticides. **Annual Review of Entomology**, v. 27, p. 253-281, Jan. 1982. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.27.010182.001345>.

BERNARD, C. B.; ARNASON, J. T.; PHILOGÈNE, B. J. R.; LAM, J.; WADDEL, T. *In vivo effect of mixtures of allelochemicals in the life cycle of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis**. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 57, n. 1, p. 17-22, Oct. 1990. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1990.tb01411.x>.

BERNARD, C. B.; PHILOGÈNE, B. J. R. Insecticide synergists: role, importance, and perspectives. **Journal of Toxicology and Environmental Health: Part A Current Issues**, v. 38, n. 2, p. 199-223, Feb. 1993. DOI: <https://doi.org/10.1080/15287399309531712>.

CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith). In: BUENO, V. H. P. (ed.). **Controle biológico de pragas**: produção massal e controle de qualidade. Viçosa: Ufla, 2000. Cap. 7, p. 111-135.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALEGIO, M. R.; LIMA, M. S. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C.DC., *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur.& K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 113-120, fev. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000100017>.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; COSTA, C. R. da. **Potencialidades da pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.)**: características gerais e resultados de pesquisa. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2006. 53 p. (Embrapa

Acre. Documentos, 103). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/505568>. Acesso em: 20 jul. 2022.

LICHENSTEIN, E. P.; LIANG, T. T.; SCHULZ, K. R.; SCHNOES, H. K.; CARTER, G. T. Insecticidal and synergistic components isolated from dill plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 22, n. 4, p. 658-664, July 1974. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf60194a037>.

PIMENTEL, F. A.; SILVA, M. R. da. **Recomendações sobre processo de destilação comercial de biomassa triturada de pimenta longa (*Piper hispidinervum*)**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 3 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 123). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/492672>. Acesso em: 20 jul. 2022.

QIN, W.; HUANG, S.; LI, C.; CHEN, S.; PENG, Z. Biological activity of the essential oil from the leaves of *Piper sarmentosum* Roxb. (Piperaceae) and its chemical constituents on *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Hispidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 96, n. 3, p. 132-139, Mar. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2009.10.006>.

TOZZI, A. A brief history of the development of piperonyl butoxide as an insecticide synergist. In: JONES, D. G. (ed.). **Piperonyl butoxide: the insecticide synergist**. Cambridge, MA: Academic Press, 1999. p. 1-5.

Diferentes Níveis de Sombreamento no Crescimento Inicial em Campo de Açaizeiro-Solteiro

Resller da Silva Nogueira¹, Aureny 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 Agronômica, Universidade Federal do Acre,
bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

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

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

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

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

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

Resumo—A luz é um dos fatores primários limitantes ao crescimento vegetal e o uso de sombreamento artificial pode determinar as necessidades luminosas das plantas, principalmente em sua fase inicial. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de sombreamento no crescimento inicial em campo de *Euterpe precatoria*. O experimento foi instalado no viveiro da Embrapa Acre, onde o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos (0%, 18%, 35%, 50% e 65%) e quatro repetições, sendo a parcela experimental constituída por quatro plantas. Aos 180 dias após o plantio foi realizada avaliação para as seguintes variáveis: altura das plantas, diâmetro do colo, número de folhas, relação diâmetro do colo-altura e diâmetro da copa. Conclui-se que aos 180 dias após o plantio, o açaizeiro-solteiro apresenta efeito linear crescente para os diferentes níveis de sombreamento em seu crescimento inicial.

Termos para indexação: *Euterpe precatoria*, crescimento inicial, níveis de sombra.

Introdução

A luz é um dos fatores primários limitantes ao crescimento vegetal por influir entre outros processos nas taxas fotossintéticas das plantas (Sevillano et al., 2018). Variações nos níveis de luminosidade podem afetar alguns aspectos morfofisiológicos das plantas, como incremento em altura, diminuição do diâmetro do colo e aumento da área foliar (César et al., 2014). O uso de sombreamento artificial pode determinar as necessidades luminosas das plantas, principalmente em sua fase inicial.

O açaizeiro-solteiro (*Euterpe precatoria*) é uma palmeira com estipe único, com ocorrência natural nos estados do Acre, Amazonas, Pará e Rondônia (Henderson, 1995). O principal produto do fruto é o “vinho de açaí”, bebida apreciada nacional e internacionalmente. Devido à crescente expansão comercial da cultura, o que antes era tratado como produção extrativista passou a ser também plantios comerciais (Oliveira et al., 2015).

Estudos realizados com espécies de açaizeiro comprovam a influência do sombreamento artificial em fase de viveiro (Almeida et al., 2018; Araújo et al., 2019). No entanto, não há relato de como essas plantas se comportam em campo. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de sombreamento artificial no crescimento inicial do açaizeiro-solteiro (*E. precatoria*).

Material e métodos

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Acre, sob estrutura telada com diferentes níveis de sombreamento. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo a parcela experimental constituída por quatro plantas. Os tratamentos foram constituídos de cinco níveis de sombreamentos (0% – pleno sol, 18%, 35%, 50% e 65%), obtidos com telas de sombreamento com as referidas capacidades de retenção de radiação solar.

Mudas de 12 meses de idade foram plantadas em covas com 30 cm de diâmetro e 40 cm de profundidade, sob uma armação de madeira revestida de tela de sombreamento na parte superior (2,5 m acima do solo) e nas laterais. Foram efetuadas adubações na cova e de cobertura de acordo com as recomendações para a espécie *E. oleracea* e, durante a condução do experimento, foi realizado o controle de plantas daninhas da área experimental, sempre que necessário, assim como o monitoramento e controle de pragas e doenças.

Aos 6 meses (180 dias) após o plantio, foi realizada uma avaliação de crescimento das plantas, mensurando-se as variáveis: altura da planta (AP), a partir do colo da planta até a emissão da folha flecha, efetuada com auxílio de uma régua graduada; diâmetro do coleto do estipe (DCE), medido no colo da planta, a 5 cm da superfície do solo, com auxílio de um paquímetro digital; número de folhas totais (NF), por meio da contagem de todas as folhas ativas e totalmente expandidas no momento da avaliação; e relação altura-diâmetro do coleto (RAD), obtida pela divisão entre os valores de AP e DC das plantas.

Os dados foram submetidos à análise de covariância, pelo teste F ($\alpha = 0,05$), a partir da qual, quando significativas, as médias dos tratamentos foram ajustadas por equações de regressão polinomial, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) dos níveis de sombreamento para as variáveis altura da planta, número de folhas e relação altura-diâmetro.

Para a variável altura da planta (AP), os níveis de sombreamento foram ajustados por meio de um modelo linear, sendo observadas maiores alturas conforme o sombreamento foi aumentado. Houve um incremento de aproximadamente 54,67% na altura das plantas, quando se comparou o maior nível de sombreamento (65%) com o a pleno sol (Figura 1A). Esses resultados se assemelham aos reportados por Uzzo (2008), que ao estudar o crescimento inicial da palmeira australiana observou que as médias de altura da planta decaíram de acordo com o aumento da disponibilidade de luz. 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).

Constatou-se ainda efeito significativo dos tratamentos para a variável número de folhas, observando uma resposta linear de acordo com o aumento do nível de sombreamento, obtendo-se média de 5,22 folhas e um incremento estimado de aproximadamente 26,80% no número de folhas totalmente expandidas (Figura 1B). Segundo Pires et al. (2012), a diminuição no nível de sombra apresenta um efeito decrescente no número de folhas para *Passiflora suberosa litoralis*, enquanto para *Passiflora morifolia* e *Passiflora palmeri* var. sublanceolata o valor NF aumenta com a redução da intensidade

da luz. As folhas são essenciais na indução do enraizamento e crescimento, por serem fontes de carboidratos, nutrientes minerais, hormônios, além de ativar via transpiração e fotossíntese a movimentação de solutos e água, bem como de hormônios.

O resultado do índice RAD demonstrou que houve efeito significativo para essa variável, sendo ajustada por meio de um modelo de primeiro grau. Com o aumento do nível de sombreamento, observou-se uma elevação na relação entre altura da planta e diâmetro do colo (RAD), o que reflete um menor equilíbrio no crescimento das plantas (Figura 1C). Isso pode ser explicado por meio do comportamento individual da variável diâmetro do caule, que está diretamente relacionada a atividades de trocas, as quais dependem de produtos fotossintéticos como os carboidratos e hormônios (Paiva et al., 2003) e da altura da planta. A dominância apical tende a aumentar quando as plantas são submetidas a altos níveis de sombreamento, levando a uma diminuição na produção de fotoassimilados, tendo o mais alto nível de auxina no botão do ápice do caule (Vanneste; Friml, 2009). Tal comportamento não é desejável, pois de acordo com Aguiar et al. (2011) a relação entre esses dois parâmetros é uma variável que indica a qualidade de mudas a serem levadas ao campo, uma vez que se espera equilíbrio no seu desenvolvimento, e o menor valor da relação altura-diâmetro do colo implica indivíduos mais resistentes no campo.

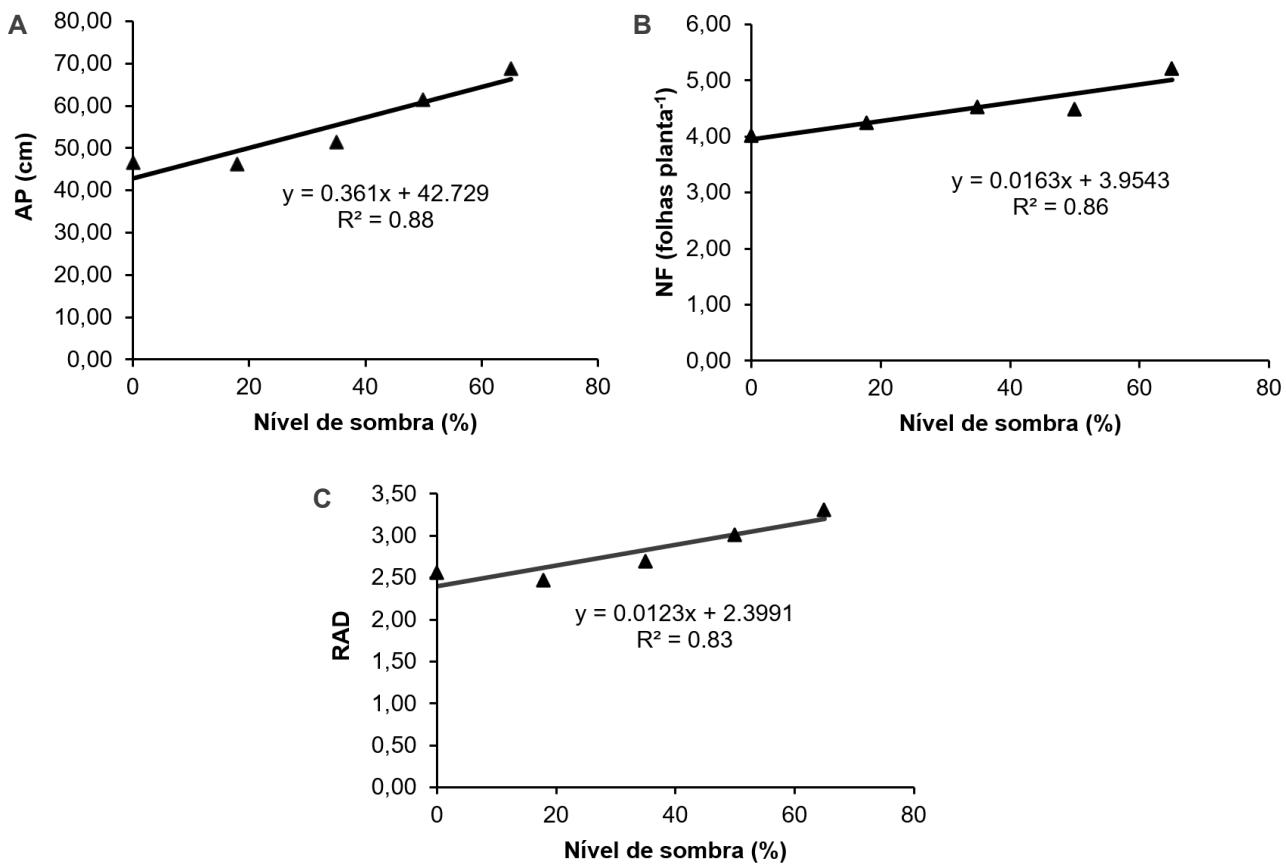


Figura 1. Altura da planta – AP (A), número de folhas – NF (B) e relação altura-diâmetro – RAD (C) de plantas de açaizeiro-solteiro submetidas a diferentes níveis de sombra aos 180 dias após o plantio.

Conclusões

Aos 180 dias após o plantio, plantas de açaizeiro-solteiro apresentaram efeito linear ascendente quando submetidas a diferentes níveis de sombreamento.

Agradecimento

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

Referências

- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVERES, 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, dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000600008>.
- ALMEIDA, U. O.; ANDRADE NETO, R. 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, n. 4, p. 382-389, out./dez. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632018v4853294>.
- ARAÚJO, J. M.; ANDRADE NETO, R. C.; OLIVEIRA, J. R.; LUNZ, A. M. P.; ALMEIDA, U. O. Shading and slow release fertilizer effects on the growth characteristics of assai seedlings (*Euterpe oleracea*). **FLORAM**, v. 26, n. 3, p. 1-10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.001918>.
- CÉSAR, F. R. C. F.; MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A. E. S.; BONFIM, J. A. Crescimento inicial e qualidade de mudas de *Pterogyne nitens* Tull. conduzidas sob diferentes níveis de restrição luminosa artificial. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 357-366, abr./jun. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509814573>.
- 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 Queiróz, Piracicaba.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
- HENDERSON, A. **The Palms of the Amazon**. New York: Oxford University Press, 1995.
- OLIVEIRA, M. do S. P. de; FARIA NETO, J. T. de; QUEIROZ, J. A. L. de. Açaizeiro: cultivo e manejo para produção de frutos. In: ENCONTRO AMAZÔNICO DE AGRÁRIAS, 7., 2015, Belém, PA. **Segurança alimentar: diretrizes para Amazônia**. Belém, PA: UFRA, 2015.
- PAIVA, C. L.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 134-140, fev. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000100016>.
- PIRES, M. V.; ALMEIDA, A-A. F. de; FIGUEIREDO, A. L. de; GOMES, F. P.; SOUZA, M. M. Germination and seedling growth of ornamental species of *Passiflora* under artificial shade. **Acta Scientiarum**, v. 34, n. 1, p. 67-75, Jan./Mar. 2012. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v34i1.11623>.

SEVILLANO, I.; SHORT, I.; CAMPION, J.; GRANT, O. M.; GRANT, J.; O'REILLY, C. Comparason of photosynthetic performance of *Fagus silvantica* seedlings under natural and artificial shading. **Environmental and Experimental Botany**, v. 152, p. 90-96, Aug. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.03.015>.

UZZO, R. P. **Resposta fisiológica e anatômica do açaizeiro e da palmeira real australiana ao sombreamento.**

2008. 70 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

VANNESTE, S.; FRIML, J. Auxin: a trigger for change in plant development. **Cell**, v. 136, n. 6, p. 1005-1016, Mar. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2009.03.001>.

Efeito do Volume de Recipiente na Produção de Mudas de *Euterpe precatoria*

Jonathan Barbosa de Oliveira¹, Aureny Maria Pereira Lunz², Resller da Silva Nogueira³, Cleyton Silva de Araújo⁴, Romeu de Carvalho Andrade Neto⁵ e Fernando Prett Rimerio⁶

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

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

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

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

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

⁶Engenheiro-agronômo, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – A espécie *Euterpe precatoria* é uma frutífera que predomina na Amazônia Ocidental, sendo importante fonte de renda, principalmente, para pequenos produtores. Logo, há demanda por mudas de qualidade que, para serem obtidas, devem ser considerados alguns aspectos, dentre eles, a utilização de recipientes com volume adequado. Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito de volumes de sacos de polietileno para a produção de mudas de *E. precatoria*. O estudo foi conduzido em viveiro situado no campo experimental da Embrapa Acre, no município de Rio Branco, AC. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, cinco plantas por parcela e quatro tratamentos compostos por quatro volumes de sacos plásticos (0,6 L, 1,6 L, 2,6 L e 3,8 L). As variáveis avaliadas foram altura da planta, diâmetro do colo, relação altura-diâmetro, número de folhas, massa seca da parte aérea, da raiz, total e relação entre massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, para as variáveis que apresentaram significância, foram ajustadas equações de regressão. Aos 240 dias de idade, sacos plásticos de 2,6 L produzem mudas de *E. precatoria* de maneira satisfatória.

Termos para indexação: açaizeiro-solteiro, alocação de biomassa, crescimento de mudas.

Introdução

São inúmeras as frutíferas nativas da região Amazônica com potencial econômico, social e ambiental. Destacam-se, entre elas, duas espécies de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart.). Na Amazônia Ocidental, a espécie que predomina é a *E. precatoria*, de estipe única, por essa razão chamada de açaí-solteiro (Nogueira et al., 2017). A partir de seus frutos é extraído “vinho” ou polpa, normalmente consumido in natura ou utilizado em receitas de sorvetes, bombons, licores, geleias, etc. Essa espécie frutífera possui vasta ocorrência na região acreana, sendo importante fonte de renda, principalmente, para pequenos produtores (D'arace et al., 2019), o que gera grande demanda por informações que poderiam subsidiar uma produção sustentável, econômica e com rendimento satisfatório.

A qualidade da muda é um elemento de grande relevância a ser levado em consideração no estabelecimento de uma espécie frutífera, chegando a ser considerada como o alicerce da fruticultura, o que pode determinar o sucesso ou o fracasso na implantação do pomar. Porém para produzir mudas de qualidade é preciso considerar alguns aspectos importantes, tais como forma de obtenção, exigências climáticas, fitossanidade e as técnicas de manejo utilizadas anteriormente ao plantio definitivo (Fronza; Hamann, 2014).

Para garantir que mudas com boas características sejam obtidas é imprescindível o uso de recipientes com tamanhos adequados, ou seja, com volume de substrato capaz de propiciar o bom crescimento e desenvolvimento da raiz e, por conseguinte, da parte aérea (Zaccheo et al., 2013). No Brasil, os tipos de recipientes geralmente utilizados na produção de mudas são os tubetes e os sacos plásticos de polietileno, encontrados no mercado em diversos tamanhos e volumes.

Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes volumes de sacos de polietileno sobre a produção de mudas de *E. precatoria*.

Material e métodos

O estudo foi conduzido em viveiro situado no campo experimental da Embrapa Acre, no município de Rio Branco, AC. A semeadura foi realizada em canteiro contendo areia, com sementes de *E. precatoria* oriundas de matrizes da área de preservação permanente da Embrapa Acre. As plântulas foram repicadas para sacos de polietileno quando seus caulículos estavam com 0,5 cm a 2,0 cm de altura, correspondendo ao estádio de “ponto palito”, conforme os tratamentos propostos. O viveiro utilizado foi do tipo telado, com sombreamento de 50%.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos, quatro repetições e cinco plantas por parcela. Os tratamentos foram compostos por quatro volumes de sacos de polietileno: 0,6 L, 1,6 L, 2,6 L e 3,8 L, equivalentes às dimensões de 10 cm x 20 cm, 15 cm x 22 cm, 18 cm x 25 cm e 20 cm x 30 cm, respectivamente. O substrato utilizado para enchimento dos recipientes foi composto por terra vegetal e areia na proporção de 3:1, acrescido de 3 kg m⁻³ do adubo de liberação lenta Basacote Plus 15-08-12 (+2) 12M. A irrigação foi realizada diariamente por meio do sistema de aspersão. O controle de plantas espontâneas e de doenças fúngicas foi realizado pelo método de capina manual e pela pulverização de fungicidas, respectivamente.

As avaliações foram efetuadas 240 dias (8 meses) após a repicagem. Na avaliação não destrutiva das mudas, realizou-se a medição da altura da planta (AP) com uma régua milimetrada posicionada no nível do substrato, até a inserção dos folíolos da última folha totalmente aberta; do diâmetro do colo (DC) medido a 1 cm da superfície do substrato do recipiente com um paquímetro digital; a relação altura-diâmetro (RAD) calculada por meio da razão entre os valores de AP e DC das mudas; e a contagem do número de folhas (NF) expandidas por muda.

A avaliação destrutiva consistiu na determinação da matéria seca das mudas, em que suas diferentes partes (áerea e raiz) foram separadas e acondicionadas em sacos de papel Kraft para secagem em estufa, com ventilação forçada de ar a 55 °C até atingirem massa constante, sendo posteriormente pesadas em balança analítica, obtendo-se assim a massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), bem como a relação parte aérea-raiz (RPAR), calculada a partir da razão entre os valores obtidos anteriormente para as variáveis MSPA e MSR.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade e, para as variáveis que apresentaram efeito significativo, foram ajustadas equações de regressão linear, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para a variável altura da planta (AP), diâmetro do colo (DC), relação altura-diâmetro (RAD), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA),

massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), exceto para a relação entre massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (RPAR).

As variáveis altura da planta (AP) e diâmetro do colo (DC) ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão linear, em que os maiores valores estimados foram 24,56 cm e 9,72 mm, correspondendo aos volumes de 2,3 L e 2,7 L, respectivamente (Figuras 1A e 1B). Resultados semelhantes foram observados por Gatti (2019), em que mudas de *E. oleracea* conduzidas nos sacos de 1,9 L apresentaram os maiores valores para AP.

A altura da muda é amplamente utilizada para classificação e seleção das plantas, entretanto, a determinação do tamanho ideal para o plantio ocorre em função da espécie e do sistema de plantio, também exercendo influência as práticas utilizadas nos viveiros. O diâmetro do coletor, por sua vez, tem sido considerado um valioso indicativo do vigor das mudas e dos índices de produtividade, ao refletir no desempenho das plantas em campo e em menores taxas de mortalidade (Gomes; Paiva, 2004; Mendes et al., 2018). De acordo com Lemos et al. (2010), recipientes de menor volume restringem o desenvolvimento do sistema radicular, bem como promovem a redução da área foliar, altura e produção de biomassa, devido a perdas por lixiviação, resultantes da necessidade de regas frequentes.

Para a variável relação altura-diâmetro (RAD), foi observado comportamento linear decrescente na regressão, indicando que quanto maior o volume do recipiente, menor os valores de RAD (Figura 1C). Assim, considerando que menores valores de RAD são vantajosos em termos de qualidade de mudas, o uso de recipientes de maiores volumes é a melhor opção. Foi o que concluíram Santos e Oliveira (2021), que observaram melhor desenvolvimento de mudas de *E. oleracea* em sacos plásticos com maior capacidade volumétrica (2,8 L). Nesse sentido, é necessário harmonia entre o diâmetro do caule e a altura, uma vez que plantas mais altas podem não apresentar boa sustentação caso o diâmetro seja inferior, sendo essa combinação um aspecto relevante para estimar o desenvolvimento das mudas após o plantio definitivo (Heberle et al., 2014).

Quanto ao número de folhas (NF), observou-se o ajuste das médias dos tratamentos a um modelo quadrático (Figura 1D), em que o maior valor obtido pela estimativa foi de 5,54 folhas, que corresponde ao volume estimado de 2,2 L. Gatti (2019) obteve resultados similares em seu trabalho, em que o maior número de folhas de mudas de *E. oleracea*, aos 240 dias de idade, foi verificado em sacos de 1,9 L. De acordo com o mesmo autor, a baixa quantidade de folhas nas mudas é considerada fator limitante no desenvolvimento, pois, nesse caso, a energia obtida por meio do processo fotossintético é menor.

A massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) ajustaram-se ao modelo de segundo grau da regressão linear (Figuras 2A, 2B e 2C). Os valores máximos estimados para essas variáveis foram 4,67 g, 1,73 g e 6,41 g, quando as mudas foram submetidas a recipientes de 2,8 L, 2,6 L e 2,7 L, respectivamente. Pereira (2017) verificou que recipientes de maior capacidade volumétrica (20 cm x 30 cm, aproximadamente 3,8 L), com substrato composto por terra vegetal, proporcionaram maior acúmulo de MSR, MSPA e MST em mudas de *E. oleracea*, recomendando-os para essa palmeira. Santos e Oliveira (2021), porém, encontraram resultados semelhantes ao presente trabalho, em que os maiores valores de MST de mudas de *E. oleracea* foram decorrentes do cultivo em sacos de polietileno com capacidade para 2,8 L. Pesquisas sobre biomassas são importantes, pois mudas com elevados valores tendem a apresentar melhor desempenho após o plantio por possuírem maior densidade de raízes para absorção de água e nutrientes, além da garantia de sustentação (Bomfim et al., 2009).

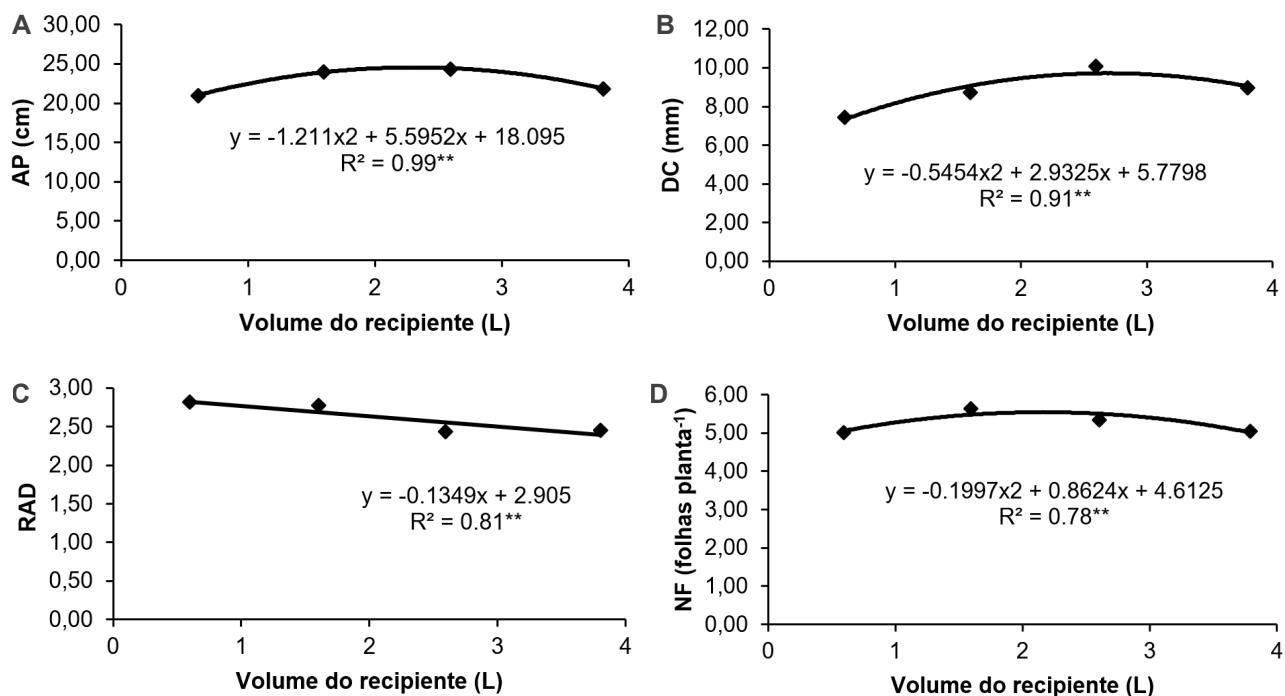


Figura 1. Altura da planta – AP (A), diâmetro do colo – DC (B), relação altura-diâmetro – RAD (C) e número de folhas – NF (D) de mudas de *Euterpe precatoria* conduzidas em diferentes volumes de sacos plásticos, aos 240 dias após a repicagem. Rio Branco, Acre, 2021.

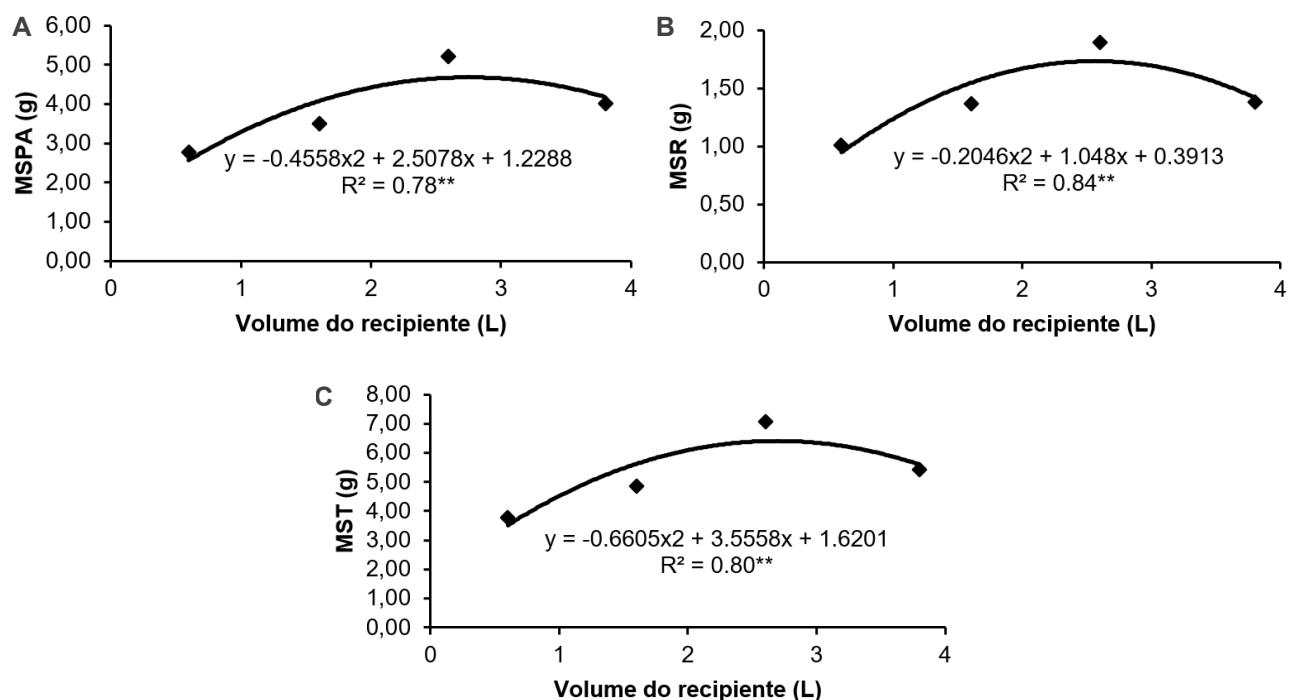


Figura 2. Massa seca da parte aérea – MSPA (A), massa seca da raiz – MSR (B) e massa seca total – MST (C) de mudas de *Euterpe precatoria* conduzidas em diferentes volumes de sacos plásticos, aos 240 dias após a repicagem. Rio Branco, Acre, 2021.

Conclusões

A produção de mudas de *E. precatoria* é influenciada pelo uso de diferentes volumes de sacos plásticos, aos 240 dias de idade. Mudas dessa espécie são satisfatoriamente produzidas em sacos de polietileno com capacidade volumétrica para 2,6 L.

Agradecimento

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

Referências

- BOMFIM, A. A.; NOVAES, A. B. de; SÃO JOSÉ, A. R.; GRISI, F. A. Avaliação morfológica de mudas de madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tull.) produzidas em tubetes e sacos plásticos e seu desempenho no campo. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 33-40, jan./mar. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v39i1.13723>.
- D'ARACE, L. M. B.; PINHEIRO, K. A. O.; GOMES, J. M.; CARNEIRO, F. da S.; COSTA, N. S. L.; ROCHA, E. S. da; SANTOS, M. L. dos. Produção de açaí na região norte do Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 5, p. 15-21, ago./set. 2019. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.005.0002>.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
- FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Implantação de pomares**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil, 2014. 126 p.
- GATTI, L. A. P. **Recipientes alternativos para produção de mudas de *Euterpe oleracea***. 2019. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 116 p. (UFV. Cadernos didáticos, 72).
- 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.
- LEMOS, E. E. P.; SALVADOR, T. D. L. dos; SANTOS, M. Q. C.; REZENDE, L. D. P.; SALVADOR, T. D. L.; LIMA, H. M. A. Produção de porta-enxertos em tubetes e enxertia precoce da pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 9, set. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000095>.
- MENDES, N. V. B.; LIMA, D. C.; CORRÊA, M. C. M.; NATALE, W. Emergência e desenvolvimento inicial do açaizeiro em diferentes substratos e ambientes. **Acta Iguazu**, v. 7 n. 2, p. 84-96, 2018. DOI: <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v7i2.16287>.
- NOGUEIRA, S. R.; SILVA, I. M. da; MACEDO, P. E. F. de; LUNZ, A. M. P.; ANDRADE NETO, R. de C. **Controle de antracnose em açaí-solteiro (*Euterpe precatoria*) no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2017. 6 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 197). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1084263>. Acesso em: 2 set. 2021.

PEREIRA, T. R. dos S. **Desenvolvimento vegetativo de *Euterpe oleracea* cultivada em diferentes tamanhos de recipientes e proporções 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.

SANTOS, J. A.; OLIVEIRA, I. V. de. Diferentes recipientes na produção de mudas de açaizeiro. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, e33810414174, mar. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14174>. Acesso em: 2 set. 2021.

ZACCHEO, P. V. C.; AGUIAR, R. S. de; STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J. Tamanho de recipientes e tempo de formação de mudas no desenvolvimento e produção de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 603-607, jun. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200032>.

Crescimento de Cultivares de Abacaxizeiro nas Condições de Rio Branco, Acre

Pedro Henrique da Silva Carvalho¹, Viviane Pereira Chaves², Romeu Andrade de Carvalho Neto³, Reginaldo Almeida Andrade⁴, Rychaelen Silva de Brito⁵ e Resller da Silva Nogueira⁶

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

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

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

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

⁵Engenheira-agrônoma, doutoranda em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

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

Resumo – A introdução de novas cultivares de abacaxizeiro é essencial para a expansão das áreas cultivadas e aumento da produtividade no estado do Acre. Estabelecer estratégias de manejo da cultura, como o uso do *mulching*, é fundamental para reduzir os custos com capinas e herbicidas e, ao mesmo tempo, melhorar os atributos químicos, físicos e biológicos do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo de nove cultivares de abacaxizeiro, submetidas a dois manejos do solo nas condições edafoclimáticas do estado do Acre. O trabalho foi realizado no município de Rio Branco, AC, em um delineamento em blocos casualizados, organizados em esquema fatorial 9 x 2, com três repetições de 10 plantas. O primeiro fator foi a cultivar (BRS RBO, BRS GUA, BRS Imperial, BRS Vitória, BRS Ajubá, BRS Quinari, Smooth Cayenne e Pérola) e, o segundo, o tipo de manejo da cultura (solo descoberto e com cobertura *mulching*). Foram avaliados a altura da planta, número de folhas por plantas, além do comprimento e largura da folha D. As cultivares BRS Quinari e BRS GUA apresentam os maiores indicadores de crescimento; e o manejo da cultura com *mulching* favorece o crescimento vegetativo de todas as cultivares avaliadas.

Termos para indexação: *Ananas comosus*, folha D, *mulching*.

Introdução

As cultivares de abacaxizeiro Pérola e Smooth Cayenne são as mais cultivadas no Brasil, entretanto, são susceptíveis à fusariose, principal doença dessa cultura (Berilli et al., 2014). No estado do Acre, a cultivar BRS RBO é a mais plantada e tem como características positivas a adaptabilidade ao clima local, alta produtividade, fácil manejo por não possuir espinhos nas bordas das folhas e frutos com qualidade desejável pelo mercado consumidor (Andrade Neto et al., 2016).

Embora apresente condições edafoclimáticas adequadas ao cultivo do abacaxizeiro, a produtividade média obtida nos campos de produção do Acre é baixa, aproximadamente 13,06 t ha⁻¹, inferior à média nacional, que é de 24,19 t ha⁻¹ (IBGE, 2019). Dessa forma, a produção local não atende à demanda interna, sendo necessária a importação de frutos de outros centros produtores. Esse fato pode estar associado à utilização de cultivares inadequadas, baixo uso de tecnologias como irrigação e adubação, manejo inadequado do solo e da indução floral, alta incidência de pragas, doenças e, principalmente, de plantas daninhas.

Nesse contexto, pesquisas com novas cultivares, buscando identificar aquelas com alto potencial produtivo e adaptadas às condições edafoclimáticas locais, são essenciais para expansão dos cultivos de abacaxi no estado. Além disso, novas estratégias de manejo da cultura e controle de plantas daninhas precisam ser estabelecidas, de forma a permitir o adequado desenvolvimento das fases vegetativas e reprodutivas da espécie.

As práticas de manejo podem alterar os parâmetros de crescimento vegetativo do abacaxizeiro e estudá-las possibilita entender os efeitos do ambiente de cultivo sobre o ciclo da cultura, permitindo direcionar a produção para épocas favoráveis à comercialização (Andrade Neto et al., 2016). A cobertura do solo com filmes de polietileno (*mulching*) é uma estratégia viável que vem sendo adotada no manejo do abacaxizeiro. O *mulching* forma uma barreira física, controlando a incidência de plantas daninhas. Além disso, pode alterar as propriedades físico-químicas e biológicas do solo, com respostas positivas no crescimento vegetativo, possibilitando antecipar a indução floral artificial (Sossa et al., 2017).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo de nove cultivares de abacaxizeiro, submetidas a dois manejos do solo nas condições edafoclimáticas do estado do Acre.

Material e métodos

O ensaio foi realizado entre novembro de 2019 e julho de 2021, no campo experimental da Embrapa Acre, município de Rio Branco, AC. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima local é do tipo Am, tropical (Alvares et al., 2013), com as estações seca e chuvosa bem definidas, precipitação anual variando entre 1.600 mm e 1.900 mm e temperaturas médias entre 24 °C e 26 °C. Os dados de temperatura e precipitação ocorridos no período do experimento são apresentados na Figura 1.

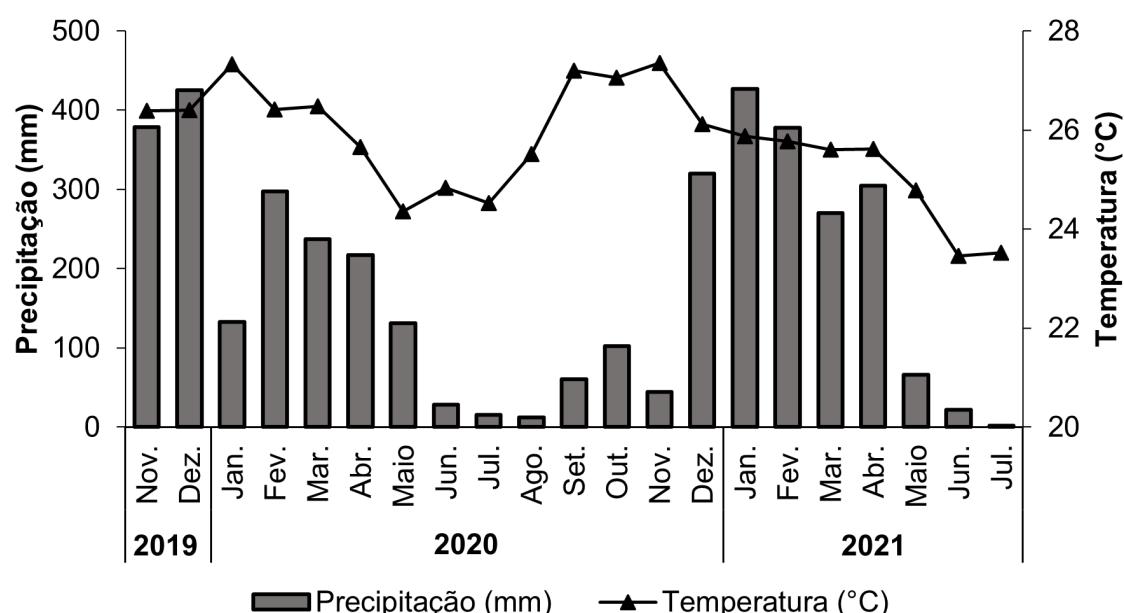


Figura 1. Temperatura e precipitação média mensal ocorridas no município de Rio Branco, Acre, entre novembro de 2019 e julho de 2021.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2021).

O solo da área de plantio foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média argilosa (Santos et al., 2018). Antes da instalação do experimento foi realizada análise química do solo, indicando, na camada de 0 cm–20 cm, as seguintes características: pH em H₂O de 5,2; 0,17 cmol_c kg⁻¹ de K; 3,70 cmol_c dm⁻³ de Ca; 1,49 cmol_c dm⁻³ de Mg; 0,14 cmol_c dm⁻³ de Al; 2,57 cmol_c dm⁻³ de H+Al; 7,27 g kg⁻¹ de carbono orgânico; CTC de 5,5 cmol_c dm⁻³ e 68% de saturação por bases.

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, em esquema fatorial de 9 x 2, com três repetições e dez plantas por parcela. O primeiro fator foi constituído pelas cultivares de abacaxizeiro BRS RBO, BRS GUA, Smooth Cayenne, BRS Vitória, BRS Imperial, BRS Quinari, BRS Ajubá, IAC Fantástico e Pérola. O segundo fator foi constituído dos manejos da cultura: solo coberto com filme de polietileno preto (*mulching*) e manejo tradicional, com solo exposto.

O solo foi preparado de forma convencional, com aração seguida de duas gradagens. Para a instalação do manejo com *mulching*, foram preparados canteiros elevados, com 0,30 m de altura e 1,0 m de largura. O espaçamento de plantio, em sistema de fileiras duplas, foi de 1,2 m x 0,4 m x 0,4 m, correspondendo a uma população de 31.240 plantas por hectare. Foram utilizadas mudas do tipo filhote, com tamanhos entre 30 cm e 35 cm, e para as cultivares BRS Imperial e BRS Vitória mudas provenientes de micropropagação de tecidos.

As adubações foram realizadas conforme orientações de Cunha et al. (1999), com fósforo aplicado em dose única, no momento do plantio, e as fertilizações em cobertura, com nitrogênio e potássio, foram parceladas em quatro vezes, aos 45, 120, 180 e 240 dias após o plantio, utilizando como fontes a ureia e o cloreto de potássio, aplicados na forma sólida nas axilas das folhas basais.

A condução da lavoura foi em sistema de sequeiro, sem irrigação. As avaliações foram realizadas 10 meses após o plantio, quando as primeiras plantas entraram na fase de floração. As variáveis de crescimento analisadas foram o número de folhas por planta, a altura das plantas, além do comprimento e largura da folha D, a mais ativa fisiologicamente.

Os dados obtidos foram submetidos aos pressupostos de análise de variância, com verificação de dados discrepantes, normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias. Em seguida foi realizado o teste F e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Não houve interação entre as cultivares e o manejo da cultura para as variáveis de crescimento vegetativo das plantas de abacaxizeiro. Entretanto, constatou-se efeito isolado dos tratamentos sobre o número de folhas por planta (NFP), altura da planta (AP), comprimento da folha D e largura da folha D (Tabela 1).

As cultivares BRS Imperial e IAC Fantástico emitiram o maior número de folhas até a ocasião da floração, com 59,66 e 63,18 folhas por planta, respectivamente. Por outro lado, as cultivares BRS RBO, com 36,45, e BRS Ajubá, com 38,9, foram as que lançaram a menor quantidade de folhas.

A altura média das plantas variou entre 57,93 cm na cultivar Ajubá e 101,25 cm na cultivar BRS GUA, essa última não diferindo da cultivar BRS Quinari, com 101,01 cm (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância e médias do número de folhas por planta (NFP), altura da planta (AP), comprimento da folha (CF) D e largura da folha (LF) D, de nove cultivares de abacaxizeiro sob diferentes tipos de manejo. Rio Branco, Acre, 2021.

Teste F				
Cultivar (CV)	477,98*	1.487,16*	1.241,72*	1,14*
Cobertura (CO)	404,26*	383,46*	158,48*	1,81*
CV x CO	14,64 ^{ns}	75,29 ^{ns}	75,37 ^{ns}	3,89 ^{ns}
Cultivar	NFP	AP	CF – D	LF – D
			cm	
BRS RBO	36,45 e	93,31 b	81,18 a	4,07 b
Smooth Cayenne	48,53 b	79,88 c	65,76 b	4,50 b
BRS Vitória	44,23 bc	63,33 de	54,01 c	3,66 bc
Pérola	42,88 cd	79,88 c	68,15 b	4,36 b
BRS Ajubá	38,9 de	57,93 e	45,20 d	3,08 c
BRS Quinari	43,86 c	101,01 a	84,68 a	3,77 bc
BRS Imperial	59,66 a	67,51 d	56,83 c	3,66 bc
IAC Fantástico	63,18 a	69,88 d	53,55 c	3,90 bc
BRS GUA	42,98 cd	101,25 a	84,01 a	5,55 a
Média geral	46,74	79,36	66,47	4,04
CV% ⁽¹⁾	16,74	16,56	11,1	16,2

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação.

*Significativo a 5% de probabilidade.

^{ns}Não significativo.

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento médio das folhas D dos materiais testados foi de 66,47 cm, com variação de 45,20 cm, observado na cultivar Ajubá, a 84,68 cm na cultivar BRS Quinari. Com relação à largura da folha D, a cultivar BRS GUA obteve os maiores indicadores de crescimento vegetativo, emitindo folhas com largura média de 5,5 cm.

De acordo com Caetano et al. (2013), o crescimento e desenvolvimento da folha D estão diretamente correlacionados à frutificação, existindo uma correlação positiva entre folha D e massa do fruto. Além de ser importante para análise de crescimento, a folha D é utilizada para definir o momento correto da realização da indução floral (Andrade Neto et al., 2016).

Em relação ao manejo da cultura, constatou-se que a proteção do solo com *mulching* favoreceu o crescimento vegetativo de todas as cultivares de abacaxizeiro (Tabela 2).

Tabela 2. Número de folhas por planta (NFP), altura da planta (AP), comprimento da folha (CF) D e largura da folha (LF) D de nove cultivares de abacaxizeiro em função dos manejos do solo com *mulching* preto e solo descoberto. Rio Branco, Acre, 2021.

Manejo da cultura	NFP	AP	CF – D	LF – D
			cm	
<i>Mulching</i>	49,91 a	82,17 a	67,17 a	4,45 a
Solo descoberto	43,57 b	76,55 b	62,88 b	3,67 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em média, o manejo da cultura com *mulching* preto promoveu incrementos de 14,55% na emissão de novas folhas, 7,3% na altura das plantas, 6,8% no comprimento e 21,25% na largura das folhas D, evidenciando os benefícios do *mulching* no crescimento do abacaxizeiro. Estudos anteriores já demonstraram os efeitos benéficos do *mulching* em cultivos de abacaxizeiro, com redução da necessidade de capinas e das perdas de nutrientes, além de preservação da umidade do solo, devido à menor perda de água por evaporação, e com isso oferecendo melhores condições ao desenvolvimento das plantas (Lambert et al., 2017; Maia et al., 2018).

A utilização da cobertura plástica (*mulching*) sobre o solo pode reduzir a incidência de plantas daninhas e o uso de herbicidas em até 70%, diminuindo também a necessidade de capinas manuais, e com isso, minimizando possíveis danos às raízes do abacaxizeiro, que são superficiais e pequenas (Monteiro, 2011).

Conclusões

Nas condições edafoclimáticas do Acre, as cultivares BRS Quinari e BRS GUA apresentam os maiores portes vegetativos, com maior comprimento da folha D e altura de plantas. A cobertura do solo com filmes de polietileno preto (*mulching*) favorece o desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro, independente da cultivar.

Agradecimento

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica e a Embrapa Acre pela infraestrutura física para condução dos experimentos.

Referências

ALVARES, 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, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ANDRADE NETO, R. de C.; NOGUEIRA, S. R.; CAPISTRANO, M. da C.; OLIVEIRA, J. R. de; ALMEIDA, U. O. de. **Recomendações técnicas para o cultivo do abacaxizeiro, cv. Rio Branco (BRS RBO)**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. 10 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 192). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1057537>. Acesso em: 2 set. 2021.

BERILLI, S. da S.; FREITAS, S. de J.; SANTOS, P. C. dos; OLIVEIRA, J. G. de; CAETANO, L. C. S. Avaliação da qualidade de frutos de quatro genótipos de abacaxi para consumo in natura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 503-508, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-100/13.

CAETANO, L. C. S.; VENTURA, J. A.; COSTA, A. de F. S. da; GUARÇONI, R. C. Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi 'Vitória'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 883-890, set. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000300027>.

CUNHA, G. A. P. da; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S. (org.). **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 480 p.

IBGE. **Produção agrícola municipal - PAM 2019.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecaaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?edicao=29008&t=sobre>. Acesso em: 31 ago. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET.** 2021. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>. Acesso em: 21 ago. 2021.

LAMBERT, R. A.; BARRO, L. S.; CARMO, K. S. G.; OLIVEIRA, A. M. S.; BORGES, A. A. Mulching é uma opção para o aumento de produtividade da melancia. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 1, p. 53-57, 2017. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v4i1.1184>.

MAIA, V. M.; ASPIAZÚ, I.; PEGORATO, R. F. Sustainable weed control in pineapple. In: KORRES, N. E.; BURGOS, N. E.; DUKE, S. O. (ed.). **Weed control: sustainability, hazards and risks in cropping systems worldwide**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2018. Cap. 25, p. 470-484.

MONTEIRO, I. Mulching: qualidade e redução de custos na produção. **Revista Plasticultura**, v. 5, n. 20, p. 16-20, 2011.

SANTOS, H. G. D.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. D. D.; OLIVEIRA, V. A. D.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. D.; ARAÚJO-FILHO, J. C. D.; OLIVEIRA, J. B. D.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 356.

SOSSA, E. L.; AGBANGBA, C. E.; ACCALOGOUN, S. G. G. S.; AMADJI, G. L.; AGBOSSOU, K. E.; HOUNHOUIGAN, D. J. Residues management practices and nitrogen-potassium fertilization influence on the quality of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merrill) sugarloaf fruit for exportation and local consumption. **Agronomy**, v. 7, n. 2, article 26, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy7020026>.

Crescimento, Produção e Qualidade de Frutos de Cultivares de Abacaxizeiro nas Condições Edafoclimáticas do Estado do Acre

Viviane Pereira Chaves¹, Romeu de Carvalho Andrade Neto², Reginaldo Almeida Andrade³, Pedro Henrique da Silva Carvalho⁴ e Rychaelen Silva de Brito⁵

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

²Engenheiro-agronomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Engenheiro-agrônomo, doutorando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁴Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre,
bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁵Engenheira-agrônoma, doutoranda em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Resumo—A escolha da cultivar de acordo com a adaptabilidade ao ambiente de cultivo é um dos fatores de grande relevância para o desenvolvimento da cultura do abacaxizeiro. Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento, produção e qualidade dos frutos de quatro cultivares de abacaxizeiro nas condições edafoclimáticas do estado do Acre. O experimento foi realizado entre novembro de 2019 e julho de 2021, no campo experimental da Embrapa Acre, município de Rio Branco, Acre. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos, constituídos pelas cultivares Quinari, BRS GUA, BRS RBO e Pérola, com três repetições de dez plantas. As variáveis analisadas foram altura da planta, número de folhas funcionais, massa do fruto com e sem coroa, produtividade e teor de sólidos solúveis dos frutos. As cultivares BRS GUA e RBO apresentaram as maiores alturas, as cultivares Quinari, Pérola e GUA, o maior número de folhas lançadas. A maior massa de frutos inteiros, 2,11 kg, foi obtida pela cultivar BRS GUA, sendo a mais produtiva com 66,13 t ha⁻¹, entretanto, com menor teor de sólidos solúveis totais (SST) nos frutos, 12,16 °Brix. A cultivar Pérola foi a menos produtiva com 30,84 t ha⁻¹, porém com maior teor de SST nos frutos, 14,18 °Brix.

Termos para indexação: *Ananas comosus*, cultivar BRS RBO, cultivar Pérola.

Introdução

O abacaxizeiro *Ananas comosus* (L.) é uma espécie nativa da América do Sul amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais (Chen et al., 2011). Devido ao seu alto valor nutricional, suculência, textura e sabor exótico é listada como umas das frutas tropicais mais consumidas no mundo (Liu et al., 2017).

O Brasil é o quarto maior produtor mundial desse fruto, atrás apenas da Costa Rica, Filipinas e Indonésia (FAO, 2019). A produção nacional é baseada em seis cultivares, sendo Pérola e Smooth Cayenne as mais exploradas (Berilli et al., 2014). A cultivar BRS RBO, Rio Branco, é a mais cultivada no estado do Acre, com ótima adaptabilidade ao clima tropical, fácil manejo por não possuir espinhos nas bordas das folhas, alta produtividade e excelente qualidade de frutos (Andrade Neto et al., 2016).

Diversos fatores influenciam na produtividade e qualidade dos frutos do abacaxizeiro. Dentre eles, destacam-se manejo do solo, adubação, controle fitossanitário, época de plantio, tipo, tamanho e qualidade das mudas, emprego de indutores hormonais de florescimento, disponibilidade hídrica, controle de plantas invasoras e, principalmente, as características peculiares de cada cultivar, que deve ser adaptada para as condições edafoclimáticas da região (Andrade Neto et al., 2016; Espinosa et al., 2017; Renton; Chauhan, 2017).

Portanto, conhecer as características produtivas e qualitativas das diversas cultivares disponíveis é essencial para a expansão das áreas de produção e aumento de rentabilidade nos cultivos de abacaxi. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, produção e qualidade de frutos de quatro cultivares de abacaxizeiro nas condições edafoclimáticas do estado do Acre.

Material e métodos

O experimento foi realizado entre os meses de novembro de 2019 e julho de 2021 na área experimental da Embrapa Acre, município de Rio Branco, AC, Brasil. O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am, tropical de monção, com alternância entre os períodos de seca e chuvoso bem definidos, chuvas anuais variando entre 1.600 mm e 1.900 mm, e temperaturas médias entre 24 °C e 26 °C (Alvares et al., 2013). Os dados meteorológicos ocorridos durante o período experimental são apresentados na Figura 1.

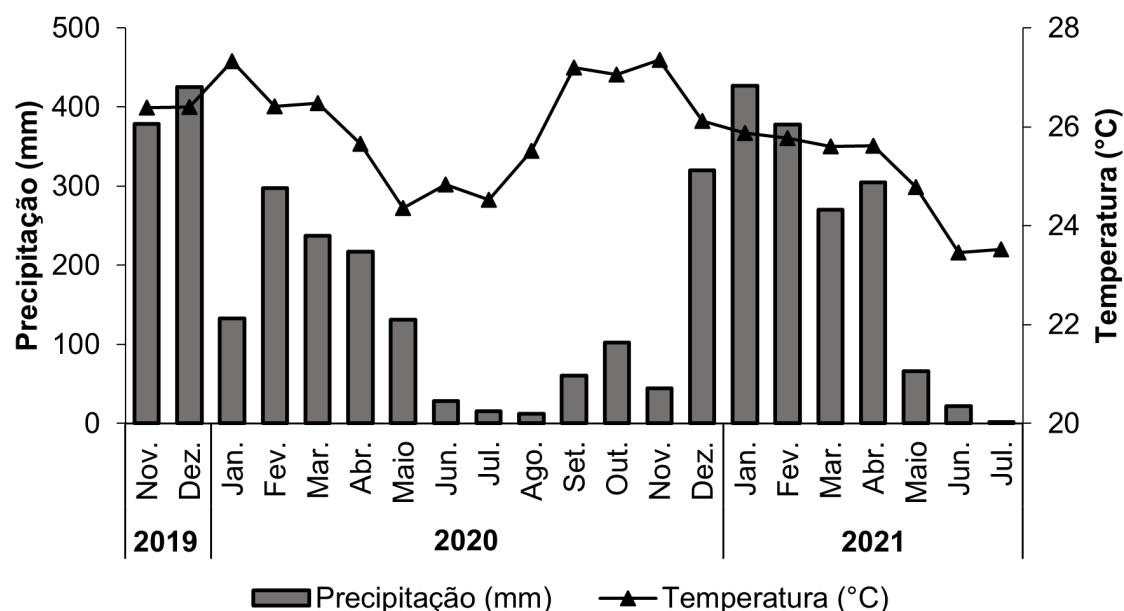


Figura 1. Precipitação e temperatura média mensal ocorridas em Rio Branco, Acre, entre novembro de 2019 e julho de 2021.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2021).

O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média argilosa (Santos et al., 2018). A análise química do solo, realizada da camada até 0,20 m de profundidade, indicou as seguintes características: pH em H₂O de 5,2; 0,17 cmol_c kg⁻¹ de K; 3,70 cmol_c dm⁻³ de Ca; 1,49 cmol_c dm⁻³ de Mg; 0,14 cmol_c dm⁻³ de Al; 2,57 cmol_c dm⁻³ de H+Al; 7,27 g kg⁻¹ de carbono orgânico; CTC de 5,5 cmol_c dm⁻³ e 68% de saturação por bases.

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos, constituídos pelas cultivares Quinari, Pérola, BRS GUA e BRS RBO, que já são cultivadas na região, três repetições e dez plantas por repetição. O plantio das mudas foi realizado em novembro de 2019, em sistema de fileiras duplas. Foram utilizadas mudas do tipo filhote, com tamanhos entre 30 cm e 35 cm. O espaçamento de plantio foi de 1,2 m x 0,4 m x 0,4 m, ou seja, 31.240 plantas por hectare.

O plantio foi realizado sobre filmes de polietileno preto (*mulching*), instalados sobre canteiros com 0,30 m de altura e 1,0 m de largura. As fertilizações foram realizadas na ocasião do plantio com

a adubação fosfatada aplicada em dose única conforme preconizam Cunha et al. (1999); e as fertilizações em cobertura, com nitrogênio e potássio, parceladas em quatro vezes, aos 45, 120, 180 e 240 dias após o plantio, utilizando ureia e cloreto de potássio como fontes, aplicados na forma sólida, nas axilas das folhas basais.

A floração ocorreu naturalmente, sem aplicação de indutores hormonais, e a condução da lavoura foi por meio do sistema de sequeiro, sem irrigação. Quando as plantas entraram em floração, foram avaliados o número de folhas por planta e a altura das plantas. A colheita dos frutos ocorreu de forma gradativa, sendo a determinação realizada pelo método empírico tradicional da região, por visualização da coloração da casca com pelo menos 50% de amarelecimento, respeitando ainda as características morfológicas peculiares de formação e amadurecimento dos frutos de cada cultivar, com início de colheita dos primeiros frutos das cultivares BRS Pérola, BRS Quinari e BRS RBO aos 13 meses após o plantio e da cultivar BRS GUA aos 16 meses após o plantio.

Na ocasião, foram coletados dez frutos por parcela e analisadas a massa do fruto inteiro (kg) e a massa do fruto sem coroa (kg), sendo estimada a produtividade ($t\ ha^{-1}$) por meio da multiplicação da massa dos frutos com coroa pela densidade de plantio. Posteriormente, os frutos foram descascados manualmente e avaliados os teores de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) utilizando um refratômetro digital.

Os dados obtidos foram submetidos aos pressupostos de análises da variância, com verificação de dados discrepantes, normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias. Em seguida foi realizado o teste F e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

As variáveis de crescimento vegetativo e produtivo, assim como os teores de sólidos solúveis totais variaram em função das cultivares (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para o número de folhas por planta (NFP), altura da planta (AP), massa do fruto com coroa (MFCC), massa do fruto sem coroa (MFSC), produtividade estimada (PROD) e sólidos solúveis totais (SST) de quatro cultivares de abacaxizeiro. Rio Branco, Acre, 2021.

Fonte de variação	GL ⁽¹⁾	Quadrado médio					
		NFP	AP	MFCC	MFSC	PROD	SST
Cultivares	3	467,75*	6.840,03*	7,07*	6,92*	6.885,28*	20.714*
Bloco	2	422,42	548,27	0,169	0,205	162,68	4,165
Resíduo	114	42,62	124,2	0,075	0,074	73,24	3,19
DMS		3,46	7,5	0,184	0,183	5,76	1,2
CV (%)		16,65	11,55	17,8	19,03	17,8	13,57

⁽¹⁾GL = Grau de liberdade. DMS = Diferença mínima significativa. CV = Coeficiente de variação.

*Significativo a 5% de probabilidade.

O número de folhas por planta (NFP) emitidas pelas cultivares Quinari, Pérola e BRS GUA variou entre 38,96 e 42,21, não diferindo entre si ($p > 0,05$). Entretanto, foi, em média, 19,41% maior que na cultivar BRS RBO, com 33,71 folhas lançadas. De acordo com Andrade Neto et al. (2016), a BRS RBO é a cultivar mais utilizada no estado para plantios comerciais, apresentando essa relação inferior quanto ao número de folhas por planta em relação as outras cultivares, o que aumenta a importância do estudo para introdução e manejo de novas cultivares no estado (Tabela 2).

Tabela 2. Médias do número de folhas por planta (NFP), altura da planta (AP), massa do fruto com coroa (MFCC), massa do fruto sem coroa (MFSC), produtividade estimada (PROD) e sólidos solúveis totais (SST) de quatro cultivares de abacaxizeiro. Rio Branco, Acre, 2021.

Cultivar	NFP	AP	MFCC	MFSC	PROD	SST
		(cm)	(kg)	(kg)	(t ha ⁻¹)	(°Brix)
Quinari	42,21 a	95,03 b	1,7 1b	1,61 b	53,38 b	13,29 ab
Pérola	38,96 a	75,63 c	0,98 d	0,91 d	30,84 d	14,18 a
BRS GUA	41,93 a	108,4 a	2,11 a	2,01 a	66,13 a	12,16 b
BRS RBO	33,71 b	106,7 a	1,34 c	1,19 c	41,97 c	13,04 ab

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As cultivares BRS RBO e BRS GUA apresentaram as maiores alturas de plantas (AP), seguidas pelas cultivares Quinari (95,03 cm) e Pérola, que apresentou o menor porte entre as cultivares avaliadas (75,63 cm) aos 10 meses após o plantio. Rodrigues et al. (2010) obtiveram valores de altura de planta para a cultivar Pérola de 133 cm aos 12 meses de idade da cultura.

Em relação aos dados produtivos, constatou-se que a cultivar BRS GUA produziu os frutos com maior massa fresca, 2,11 kg e 2,01 kg com e sem coroa, respectivamente. Por outro lado, os menores frutos foram produzidos pela cultivar Pérola, com massa de 0,98 kg com coroa e 0,91 kg sem coroa. Esses valores são superiores aos encontrados por Franco et al. (2014), que obtiveram médias para as variáveis MFCC de 0,540 g e MFSC de 0,465 g. A cultivar BRS RBO obteve média de 1,19 kg de MFSC, estando de acordo com os valores encontrados por Almeida (2019), de 0,770 kg e 1,552 kg, ao avaliar a cultivar em diferentes épocas de plantio sem irrigação.

A produtividade estimada (PROD) variou de 30,84 t ha⁻¹, para a cultivar Pérola, a 66,13 t ha⁻¹ para a cultivar GUA, com diferença de 214,4% entre a maior e a menor produtividade observada.

O teor de sólidos solúveis (SS) nos frutos das quatro cultivares analisadas variou de 12,16 °Brix na cultivar Pérola a 14,18 °Brix na cultivar BRS GUA. Valores aproximados para a cultivar Pérola foram registrados por Brito et al. (2008), com variação de 11,7 °Brix a 14,4 °Brix em diferentes frações do fruto. Os valores de SS obtidos para a cultivar RBO, 13,04 °Brix, se enquadram nos resultados de Marques et al. (2020), de 12,67 °Brix a 14,50 °Brix. Franco et al. (2014), ao avaliarem diferentes lâminas de irrigação para a cultivar Pérola, obtiveram uma média de 16,1 °Brix, superior ao valor do presente trabalho que foi conduzido em sequeiro, ressaltando a necessidade de irrigação suplementar para melhor desempenho das cultivares, pois o estado apresenta meses de seca, onde há déficit hídrico considerável.

De acordo com a Instrução Normativa do Mapa/Sarc n° 37/2018 que estabelece um mínimo de 11 °Brix (Brasil, 2018), todas as cultivares do presente trabalho atenderam à legislação.

A cultivar BRS GUA possui destaque positivo nas variáveis de AP, MFCC, MFSC e PROD, sendo uma ótima alternativa de uso na região. As cultivares BRS Quinari e BRS RBO são opções também viáveis para utilização local; a cultivar Pérola, no entanto, em condições de sequeiro, produz frutos pequenos, mas com grande aptidão para a agroindústria de polpa de frutas pelo seu valor superior de °Brix.

Conclusões

Nas condições edafoclimáticas do estado do Acre, a cultivar BRS GUA apresenta a maior produtividade estimada total com 66,13 t ha⁻¹. A cultivar Pérola é a menos produtiva e com o menor tamanho de frutos, entretanto, possui melhor indicador de docura. Assim, pode-se recomendar a cultivar BRS GUA para consumo in natura e a cultivar Pérola para a agroindústria.

Agradecimento

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica e a Embrapa Acre pela infraestrutura física para condução dos experimentos.

Referências

- ALMEIDA, U. O. de. **Desempenho agronômico de abacaxizeiro BRS 'RBO' em diferentes épocas de plantio com irrigação suplementar e sequeiro**. 2019. 78 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.
- ALVARES, 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, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- ANDRADE NETO, R. de C.; NOGUEIRA, S. R.; CAPISTRANO, M. da C.; OLIVEIRA, J. R. de; ALMEIDA, U. O. de. **Recomendações técnicas para o cultivo do abacaxizeiro, cv. Rio Branco (BRS RBO)**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. 10 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 192). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1057537>. Acesso em: 2 set. 2021.
- BERILLI, S. da S.; FREITAS, S. de J.; SANTOS, P. C. dos; OLIVEIRA, J. G. de; CAETANO, L. C. S. Avaliação da qualidade de frutos de quatro genótipos de abacaxi para consumo in natura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 503-508, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-100/13.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 1 de outubro de 2018. Estabelece parâmetros analíticos de suco e de polpa de frutas e a listagem das frutas e demais quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade já fixados pelo Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 8 out. 2018, Seção 1, p. 23. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/44304943/do1-2018-10-08-instrucao-normativa-n-37-de-1-de-outubro-de-2018-44304612. Acesso em: 4 set. 2021.
- BRITO, C. A. K. de; SIQUEIRA, P. B.; PIO, T. F.; BOLINI, H. M. A.; SATO, H. H. Caracterização físico-química, enzimática e aceitação sensorial de três cultivares de abacaxi. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 2, n. 2, p. 1-14, jul./dez. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/S1981-36862008000200001>. Acesso em: 04 set. 2021.
- CHEN, S. J.; SHÜ, Z. H.; KUAN, C. S.; TANG, C. H. Current situation of pineapple production in Chinese Taipei. **Acta Horticulturae**, v. 1, n. 902, p. 63-67, July 2011. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.902.3>.
- CUNHA, G. A. P. da; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S. (org.). **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 480 p.

ESPINOSA, M. E. A.; MOREIRA, R. O.; LIMA, A. A.; SÁGIO, S. A.; BARRETO, H. G.; LUIZ, S. L. P.; ABREU, C. E. A; YANES-PAES, E.; RUIZ, Y. C.; GONZÁLES-OLMEDO, J. L.; CHALFUN-JÚNIOR, A. Early histological, hormonal, and molecular changes during pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merrill) artificial flowering induction. **Journal of plant physiology**, v. 209, p. 11-19, Feb. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2016.11.009>.

FAO. **FAOSTAT Database**. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/es/#data>. Acesso em: 31 ago. 2021.

FRANCO, L. R. L.; MAIA, V. M.; LOPES, O. P.; FRANCO, W. T. N.; SANTOS, S. R. dos. Crescimento, produção e qualidade do abacaxizeiro ‘pérola’ sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 27, v. 2, p. 132-140, abr./jun. 2014. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/download/2828/pdf_121/. Acesso em: 04 set. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. 2021. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em 21 ago. 2021.

LIU, J.; HE, C.; SHEN, F.; ZHANG, K.; ZHU, S. The crown plays an important role in maintaining quality of harvested pineapple. **Postharvest Biology and Technology**, v. 124, p. 18-24, Feb. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.09.007>.

MARQUES, D. D.; MENEZES, R. S. de; SARTORI, R. A.; CARVALHO, C. E. G. de; ROGEZ, H. L. G. Análise física e físico-química de duas cultivares de abacaxi do estado do Acre: Gigante-de-Tarauacá e Rio Branco. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 16665-16674, abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-001>. Acesso em: 4 set. 2021.

RENTON, M.; CHAUHAN, B.S. Modelling crop-weed competition: Why, what, how and what lies ahead? **Crop Protection**, v. 95, p. 101-108, Maio 2017.

RODRIGUES, A. A.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, A. P. da; SILVA. S. de M.; PEREIRA, W. E. Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’ no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 126-134, mar. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/bWfhcfvYPVb3gnphFvMsy xv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04 set. 2021.

SANTOS, H. G. D.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. D. D.; OLIVEIRA, V. A. D.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. D.; ARAÚJO-FILHO, J. C. D.; OLIVEIRA, J. B. D.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

Caracterização de Variedades de Mandioca no Vale do Juruá, Acre

Giovanna Teixeira Sandoval Moreira¹, Amauri Siviero², Eduardo Pacca Luna Mattar³, Izabela Rodrigues Mafra Ferreira Moreira⁴, Thiago Oliveira Gomes⁵ e Alcimone Maria da Costa Silva⁶

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

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

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁴Graduanda em Engenharia Agronômica, Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, Cruzeiro do Sul, AC.

⁵Graduando em Engenharia Agronômica, Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, Cruzeiro do Sul, AC.

⁶Graduanda em Engenharia Agronômica, Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, Cruzeiro do Sul, AC.

Resumo – A cultura da mandioca na Amazônia denota importância social e econômica trazendo segurança alimentar para milhares de pessoas. Apartir das raízes da mandioca são obtidos alimentos como goma, biscoitos e a farinha de mandioca, principal produto consumido e comercializado pelos agricultores familiares do Vale do Juruá. Por meio de observações em áreas de produtores no estado, infere-se que o Acre possui uma alta biodiversidade de variedades de mandioca, representando um patrimônio genético que deve ser conhecido e conservado. No entanto nota-se uma carência de descritores das variedades de mandioca cultivadas na região acreana do Vale do Juruá. O objetivo deste trabalho foi caracterizar 22 variedades de mandioca pertencentes à Coleção de Mandioca do Juruá (CMJ) situada na Universidade Federal do Acre em Cruzeiro do Sul, utilizando 10 descritores botânicos e agronômicos. Observou-se uma alta variabilidade entre as variedades estudadas para a maioria dos descritores, indicando que podem ser usadas em programas de melhoramento da cultura. Novas avaliações em campo são ainda necessárias visando estimar os caracteres agronômicos e complementar os descritores morfológicos.

Termos para indexação: Amazônia, conservação, *Manihot esculenta*.

Introdução

O centro de origem e domesticação da mandioca ocorreu no sudoeste da Amazônia, abrangendo o Brasil, Peru e Bolívia (Allem, 1994). Dessa forma, o Acre abriga uma alta biodiversidade, representando um rico reservatório genético de variedades de mandioca. Esse patrimônio genético é encontrado em posse de agricultores familiares locais e indígenas. Diversos esforços são carreados na conservação do material genético por meio de coleções e bancos de germoplasma. Assim, em 2018 foi implantada a Coleção de Mandioca do Juruá (CMJ) junto a Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, em Cruzeiro do Sul, Acre, coletada ao longo do Rio Juruá e afluentes (Dias et al., 2020a).

A cultura da mandioca tem importância social e econômica trazendo segurança alimentar para milhares de famílias. No estado do Acre são produzidas 628.422 t de mandioca em 26.650 ha, sendo o cultivo agrícola de maior volume (IBGE, 2017). A partir do processamento das raízes da mandioca são obtidos diversos produtos como goma, biscoitos e a farinha de mandioca comercializada pelos agricultores familiares da região do Vale do Juruá. A farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul é reconhecida nacionalmente pela sua qualidade e sabor, sendo o principal componente da renda de milhares de famílias (Souza et al., 2017; Dias et al., 2020a, 2020b).

As características agronômicas das variedades de mandioca como produtividade e teor de amido, somadas aos descritores morfológicos da planta, são decisivas na escolha e discriminação das variedades pelos agricultores. Existe carência de descritores morfológicos, botânicos e agronômicos das variedades locais de mandioca da região do Vale do Juruá (Acre), tornando-se necessário descrever e avaliar a diversidade local, visando à conservação do material genético. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar variedades de mandioca pertencentes à Coleção de Mandioca do Juruá (CMJ), situada na Universidade Federal do Acre em Cruzeiro do Sul, utilizando descritores botânicos e agronômicos.

Material e métodos

As variedades de mandioca foram cultivadas na área experimental do Campus Floresta, da Universidade Federal do Acre, em Cruzeiro do Sul, coordenadas geográficas 07°52'45,2"S e 91°63'71,5"W e altitude de 170 m. O clima da região apresenta duas estações bem definidas, chuvosa (novembro a abril) e seca (maio a outubro). A temperatura média anual varia entre 24,5 °C e 32 °C com umidade relativa do ar atingindo 80%–90% e os índices pluviométricos variam de 1.600 mm/ano a 2.750 mm/ano (Brasil, 2011).

O material genético pertence à Coleção de Mandioca do Juruá (CMJ). As variedades de mandioca avaliadas nesta pesquisa foram: Amarelinha da Folha Comprida, Amarelinha de Talo Verde, Brancona, Caboquinha, Campa, Chica de Coca, Cumaru, Curumin, Fortaleza, Juriti, Liberato, Ligeirinha, Manteiguinha, Maria Faz Ruma, Mulatinha, Mulatinha Preta, Paxiubão, Roxa, Santa Maria, Santa Rosa, Tortinha, Varejão. Foram coletadas informações da origem, uso e ciclo das variedades.

O registro dos descritores ocorreu na safra 2019/2020 utilizando nessa avaliação dez descritores botânico-agronômicos. O plantio foi conduzido em fileiras simples com 30 plantas por genótipo cultivadas no espaçamento de 1 m x 1 m.

A descrição dos indivíduos ocorreu entre os dias 14 e 15 de setembro de 2020, com 12 meses de plantio. Foram avaliados 10 indivíduos de cada variedade pelos descritores qualitativos: presença de pedúnculo nas raízes; cor externa da raiz; cor do córtex da raiz; cor da polpa da raiz; textura da epiderme da raiz; constrições da raiz; forma da raiz; diâmetro médio da raiz; destaque da película da raiz; destaque do córtex da raiz, conforme Fukuda; Guevara (1998).

Resultados e discussão

Os resultados das características morfológicas e agronômicas das variedades de mandioca estudadas nesta pesquisa estão descritos na Tabela 1.

Dias et al. (2020a) descreveram a origem, uso, ciclo e cor da polpa das variedades Maria Faz Ruma, Amarelinha da Folha Comprida, Roxa, Brancona, Liberato, Santa Rosa, Juriti, Curumin, Caboquinha, Tortinha, Amarelinha de Talo Verde, Cumaru, Mulatinha, Campa, Fortaleza, Roxa e Mulatinha Preta, revelando alta variabilidade para diversos descritores entre os genótipos e corroborando os resultados desta pesquisa.

A partir dos resultados demonstrados na Tabela 1 observa-se que, no tocante aos caracteres botânicos, os materiais apresentaram alta variabilidade entre si. A variedade Curumin diferiu das demais em vários descritores como cor da polpa da raiz, textura da epiderme da raiz, destaque da película da raiz e presença de pedúnculo nas raízes.

Tabela 1. Características morfológicas e agronômicas das variedades de mandioca a partir dos descritores botânicos e agronômicos da Coleção de Mandioca do Juruá (CMJ).

Variedade	Descriptor morfológico							Diâmetro médio da raiz (cm)	Destaque da pelúcia da raiz	Destaque do córtex da raiz
	Presença de pedúnculo nas raízes	Cor externa da raiz	Cor do côrtex da raiz	Cor da polpa da raiz	Textura da epiderme da raiz	Constricção da raiz	Forma da raiz			
Fortaleza	Séssil	Marron-escura	Roxo	Creme	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cônico- cilíndrica	Intermediário – entre 5 e 8	Fácil	Diffícil
Juriti	-	Marron-escura	Roxo	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cilíndrica	Intermediário – entre 5 e 8	Fácil	Fácil
Santa Maria	Séssil	Marron-clara	Amarelo	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cônica	Fino – menor que 5	Diffícil	Diffícil
Santa Maria	Séssil	Marron-clara	Amarelo	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cilíndrica	Fino – menor que 5	Diffícil	Fácil
Santa Maria	Séssil	Marron-clara	Amarelo	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cônico- cilíndrica	Fino – menor que 5	Diffícil	Fácil
Santa Rosa	Séssil	Marron-clara	Branco ou creme	Creme	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Irregular	Intermediário – entre 5 e 8	Diffícil	Diffícil
Amarelinha da Folha Comprida	Séssil	Marron-escura	Rosado	Rosada	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cilíndrica	Intermediário – entre 5 e 8	Fácil	Fácil
Amarelinha de Talo Verde	Misto	Marron-escura	Branco ou creme	Amarela	Rugosa	Média	Irregular	Intermediário – entre 5 e 8	Diffícil	Diffícil
Brancona	Séssil	Marron-escura	Amarelo	Creme	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cônico- cilíndrica	Intermediário – entre 5 e 8	Diffícil	Fácil
Brava/ Mansa	Séssil	Marron-escura	Rosado	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Irregular	Intermediário – entre 5 e 8	Diffícil	Diffícil
Caboquinha	Séssil	Marron-escura	Branco ou creme	Creme	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Irregular	Intermediário – entre 5 e 8	Diffícil	Diffícil
Campa	-	Marron-escura	Branco ou creme	Creme	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cilíndrica	Fino – menor que 5	Diffícil	Diffícil
Chica de Coca	Séssil	Marron-clara	Amarelo	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cilíndrica	Fino – menor que 5	Diffícil	Diffícil
Cumaru	-	Marron-clara	Rosado	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cilíndrica	Intermediário – entre 5 e 8	Diffícil	Diffícil
Curumin	Misto	Marron-clara	Rosado	Branca	Lisa	Pouca ou nenhuma	Irregular	Intermediário – entre 5 e 8	Fácil	Fácil

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Variedade	Descriptor morfológico						
	Presença de pedúnculo nas raízes	Cor externa da raiz	Cor do córtex da raiz	Cor da polpa da raiz	Textura da epiderme da raiz	Constrição da raiz	Forma da raiz
Curumin	Séssil	Marrom-clara	Rosado	Creme	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Irregular
Liberato	Séssil	Marrom-escura	Amarelo	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cônica
Ligeirinha	Séssil	Marrom-clara	Branco ou creme	Creme	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cônico-cilíndrica
Manteiguinha	Séssil	Marrom-clara	Branco ou creme	Amarela	Lisa	Média	Irregular
Maria Faz Ruma	Séssil	Marrom-escura	Amarelo	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cônico-cilíndrica
Mulatinha	Misto	Marrom-escura	Rosado	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cilíndrica
Mulatinha Preta	Séssil	Marrom-escura	Rosado	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cilíndrica
Paxiubão	Séssil	Marrom-clara	Amarelo	Creme	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cilíndrica
Roxa	Séssil	Marrom-escura	Roxo	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cônico-cilíndrica
Roxa	Séssil	Marrom-escura	Rosado	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cilíndrica
Tortinha	Misto	Marrom-escura	Roxo	Branca	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cilíndrica
Varejão	Séssil	Marrom-clara	Amarelo	Amarela	Rugosa	Pouca ou nenhuma	Cônica

A presença de pedúnculo nas raízes foi em sua maioria séssil, sendo apenas as variedades Amarelinha de Talo Verde, Curumin, Mulatinha e Tortinha do tipo misto. Das variedades, 56% apresentavam a cor externa da raiz marrom-clara. As variedades Amarelinha de Talo Verde, Mulatinha, Tortinha, Amarelinha da Folha Comprida, Brancona, Brava/Mansa, Caboquinha, Fortaleza, Liberato, Maria Faz Ruma, Mulatinha Preta, Roxa, Campa e Juriti apresentavam cor marrom-escura.

Para 33% dos genótipos a cor do córtex da raiz foi amarela, 29% rosada, 22% branca ou creme. Os genótipos Tortinha, Fortaleza, Roxa e Juriti apresentaram cor roxa. A cor da polpa da raiz era branca em 56% das variedades e 29% apresentavam cor creme. As variedades Varejão, Manteiguinha e Amarelinha de Talo Verde apresentaram cor amarela e apenas a variedade Amarelinha da Folha Comprida cor rosada (Tabela 1).

A textura da epiderme da raiz era em sua maioria rugosa, sendo lisa nas variedades Manteiguinha e Curumin. As constrições da raiz eram na maioria poucas ou nenhuma, somente nas variedades Manteiguinha e Amarelinha de Talo Verde se mostraram médias. Para 37% dos genótipos a forma da raiz foi cilíndrica, 29% irregular, 22% cônico-cilíndrica e as variedades Varejão, Santa Maria e Liberato apresentaram a forma da raiz cônica (Tabela 1).

O diâmetro médio da raiz foi em 59% dos genótipos do tipo intermediário (entre 5 cm e 8 cm) e em 41% do tipo fino (menor que 5 cm). Para 78% das variedades o destaque da película da raiz era difícil, sendo fácil para as variedades Mulatinha, Juriti, Roxa, Amarelinha da Folha Comprida, Fortaleza e Curumin (Tabela 1).

Resultados semelhantes foram encontrados por Dias et al. (2020b) em pesquisa com as variedades Maria Faz Ruma, Amarelinha da Folha Comprida, Roxa, Brancona, Liberato, Santa Rosa, Juriti, Curumin, Caboquinha, Tortinha, Amarelinha de Talo Verde, Cumaru, Mulatinha, Campa, Fortaleza, Roxa e Mulatinha Preta avaliadas por 19 descritores.

A partir desses dados foi possível observar uma alta variabilidade das variedades descritas, que podem ser usadas em programas de melhoramento da cultura, entretanto, são necessárias novas avaliações em campo para estimar os caracteres agronômicos e complementar os descritores morfológicos.

Conclusões

A partir da comparação dos caracteres morfológicos foi possível concluir que os genótipos apresentam alta variabilidade fenotípica, podendo ser usados em programas de melhoramento da cultura. Novas avaliações em campo são ainda necessárias visando estimar os caracteres agronômicos e complementar os descritores morfológicos.

Agradecimento

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica, a Embrapa Acre e Universidade Federal do Acre; e o Fundo Amazônia por meio do projeto MandioTec pelo financiamento da pesquisa.

Referências

- ALLEM, A. C. The origin of *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae). **Genetic Resource and Crop Evolution**, v. 41, n. 3, p. 133-150, Jan. 1994. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00051630>.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Secretaria de Desenvolvimento Territorial. **Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável do Vale do Juruá – Acre**. Brasília, DF, 2011. 129 p.
- DIAS, V.; SANTOS, T. A. dos; SILVA, A. D. C.; CRUZ, L. R. da; MATTAR, E.; SIVIERO, A.; OLIVEIRA, T. K. Caracterização botânica-morfológica de mandioca (*Manihot esculenta*) no Vale do Juruá, Acre. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, p. 1-10, 2020a. Edição do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia.
- DIAS, V. O.; DOS SANTOS, T. A.; SILVA, A. D. C.; DA CRUZ, L. R.; SIVIERO, A.; MATTAR, E.; FRADE JÚNIOR, E. P. Coleta, identificação e conservação de variedades locais de mandioca no vale do Juruá, Acre. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, p. 1-6, 2020b. Edição do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia.
- FUKUDA, W. M. G.; GUEVARA, C. L. **Descritores morfológicos e agronômicos para caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1998. 38 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 78). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/638631>. Acesso em: 28 ago. 2021.
- IBGE. **Censo Agropecuário 2017**: dados preliminares. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pe_cuaria.html?localidade=12&tema=75652. Acesso em: 28 ago. 2021.
- SOUZA, J. M. L. de; ÁLVARES, V. de S.; NÓBREGA, M. de S.; NOBRE, I. **Indicação geográfica da farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul, Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2017. 155 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1086100>. Acesso em: 28 ago. 2021.

Composição Centesimal e Quantificação de β-Caroteno em Farinhas de Mandioca Enriquecidas com Polpa de Buriti (*Mauritia flexuosa* L.)⁽¹⁾

Moani Lopes Mendes², Joana Maria Leite de Souza³, Matheus Matos Nascimento⁴, Virgínia de Souza Álvares⁵, Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos⁶ e Aline Lima de Melo⁷

⁽¹⁾Parte deste estudo foi publicada no trabalho intitulado Adição de Polpa de Buriti in natura em Farinha de Mandioca Artesanal e sua Influência nos Parâmetros Físico-Químicos, nos anais do *III Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação*, realizado de 13 a 16 de outubro de 2020, em Rio Branco, AC.

²Graduanda em Nutrição, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

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

⁴Engenheiro-agrônomo, mestre em Produção Vegetal, Rio Branco, AC.

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

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

⁷Graduanda em Engenharia Agronômica, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – A polpa do buriti é uma fonte de precursores de vitamina A, especialmente o β-caroteno, podendo atuar no organismo fornecendo nutrientes, além de auxiliar no combate de algumas patologias. O presente estudo objetivou avaliar a composição centesimal de farinhas de mandioca acrescidas de diferentes percentuais de polpa de buriti e sua conversão à vitamina A. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Ao final do armazenamento de 12 meses, as amostras de farinha foram analisadas quanto à acidez total titulável, atividade de água, coordenadas de cor L*, a* e b*, umidade, cinzas, proteína total, fibra bruta total, extrato etéreo, carboidratos totais, valor energético e carotenoides totais. As concentrações de polpa de buriti in natura não foram significantes para os valores de atividade de água, acidez e 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, lipídios e carboidratos. Para carotenoides e vitamina A, os valores ficaram muito abaixo que o recomendado pela legislação para que as farinhas possam ser indicadas como “contém”, é “fonte” ou é “rica” nesses nutrientes. Por fim, os resultados demonstram que as pesquisas devem ser continuadas, frente à potencialidade do buriti como fonte de β-caroteno e vitamina A.

Termos para indexação: enriquecimento de alimentos, *Mauritia flexuosa*, carotenoides.

Introdução

Os alimentos são fundamentais para a nutrição do organismo humano, existindo entre eles aqueles que, além do valor nutritivo, conseguem auxiliar na prevenção ou tratamento de patologias e são denominados alimentos funcionais. Para ser considerado funcional o alimento deve demonstrar eficácia em uma ou mais funções no organismo, possuir efeitos nutricionais, além de atuar na promoção tanto da saúde quanto na redução do risco de alguma doença (Sousa et al., 2019).

O buriti (*Mauritia flexuosa* L.) é uma fruta totalmente aproveitável, rica em betacaroteno, precursor da vitamina A e um importante composto responsável pela manutenção da visão, a partir dos níveis de

retinol presentes no organismo humano. O buriti aparece como uma das maiores fontes brasileiras de β-caroteno (360 µg/g) (Godoy; Rodriguez-Amaya, 1995). O elevado teor de betacaroteno presente na polpa de buriti, junto a sua atividade provitamínica A, desperta o interesse como alternativa para prevenir casos de hipovitaminoses, além de apresentar ação antioxidant (pode ser indicado na prevenção de alguns tipos de cânceres), e também atuar como proteção solar, bloqueando os raios UV devido à presença dos tocoferóis (Manhães, 2007). 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 considerado a principal fonte dessa vitamina (Manhães; Sabaa-Srur, 2011). O enriquecimento de alimentos com fontes naturais de provitamina A, como o óleo de buriti, pode ser uma alternativa eficiente para reverter o problema da hipovitaminose A no Brasil (Ambrósio et al., 2006). A polpa do buriti apresenta β-caroteno em quantidade superior à da couve e da cenoura, além de conter importantes teores de ácido ascórbico e polifenóis, o que a torna adequada para prevenir doenças que aparecem com o estresse oxidativo. A fração lipídica compõe-se em sua maior parte por tocoferol e óleos em que predominam ácidos graxos, como o oleico, ômega-9 e palmítico (Santana; Jesus, 2012).

Doenças como xeroftalmia, cegueira e morte em milhares de crianças ao redor do mundo colocam a hipovitaminose A como importante causa de deficiências nutricionais, em populações de países em desenvolvimento, incluindo o Brasil. Segundo Ramalho et al. (2002), em todas as regiões brasileiras, há carência marginal de vitamina A com alta prevalência em diferentes faixas etárias. Um estudo realizado por Mariath et al. (1989) avaliou a atividade de vitamina A do buriti. Esses autores concluíram que houve reversão de xeroftalmia e elevação de reservas hepáticas da vitamina, sugerindo a possível utilização do buriti em programas de combate à deficiência de vitamina A. Convencionais ou não, os alimentos regionais constituem importantes fontes nutricionais. Essas qualidades, aliadas a uma ampla utilização tecnológica, podem propiciar um enriquecimento das dietas habituais das regiões carentes do País (Kopper et al., 2010). O enriquecimento de alimentos com matéria-prima local é adequado com vista a aumentar seu poder nutricional, sendo a adição de buriti adequada no caso da farinha de mandioca (Metri et al., 2003).

Segundo a Portaria nº 31/1998 a adição de nutrientes em alimentos sólidos prontos para o consumo só poderá ser declarada na lista de ingredientes e/ou na tabela de informação nutricional se o alimento fornecer no mínimo 5% da ingestão diária recomendada (IDR) por 100 g e no máximo 15% (Brasil, 2012). De acordo com o Regulamento Técnico de Informação Nutricional Complementar (Brasil, 2012), poderão ter o "claim fonte" os alimentos que forneçam no mínimo 15% da IDR de referência, no caso de sólidos. Já para ter o "claim alto teor ou rico", o alimento deverá fornecer 30% da IDR de referência por 100 g do produto.

Nas raízes de algumas variedades de mandioca e em outros tubérculos podem ocorrer conteúdos significativos de β-caroteno, cuja ingestão feita de forma regular pode prevenir e combater a cegueira e mortalidade infantil causada por deficiência de vitamina A, principalmente nas populações mais carentes que não têm acesso a outras fontes dessa vitamina (Nascimento, 2006).

A farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul é um produto da agricultura familiar do estado do Acre, que se destaca por ser conhecida além dos limites regionais, tendo reconhecimento, notoriedade e aceitação por consumidores nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do País. A natureza da farinha de mandioca traz, em sua composição química, proteínas, lipídios e minerais oriundos das raízes (Souza et al., 2015). Além de importância social, a farinha passou a ter importância econômica para os municípios produtores da Regional do Juruá e para o Acre (Christé et al., 2007). No entanto, é um

produto que apresenta reduzido consumo por não se adequar ao estilo de vida moderno. Seguindo essa tendência, busca-se agregar mais valor aos derivados da mandioca e direcioná-los também a mercados valorizados (Silva et al., 2013).

Objetivou-se com esta pesquisa a fabricação de farinhas de mandioca adicionadas de diferentes percentuais de polpa de buriti in natura e avaliar a composição centesimal, a quantificação de β -caroteno e sua conversão à vitamina A.

Material e métodos

A polpa de buriti in natura foi preparada da forma tradicional, adicionando-se a menor quantidade de água necessária para o processamento. As farinhas de mandioca foram produzidas conforme as etapas do modo de fabricação artesanal, com e sem adição de polpa de buriti in natura, e diferentes concentrações (Figura 1), constituindo os tratamentos: T = 0%, T1 = 3,2%, T2 = 4,98%, T3 = 6,24% e T4 = 8,30%. Essa adição foi realizada na etapa da primeira Trituração das raízes (Figura 1) com base no trabalho de Souza et al. (2018b), que adicionaram polpa de buriti liofilizada. O experimento foi realizado no mês de fevereiro de 2020, em uma casa de farinha de mandioca tradicional, em Cruzeiro do Sul, Acre. Nesse caso, as repetições dos lotes de massa prensada de cada tratamento pesaram em média 12 kg para cada repetição. As amostras foram coletadas após a tostagem e resfriamento de cada tratamento, pesando cada uma aproximadamente 500 g.



Foto: Joana Maria Leite de Souza

Figura 1. Adição de polpa de buriti durante a fabricação de farinha de mandioca.

As amostras foram mantidas armazenadas por 12 meses, em temperatura ambiente, em embalagens aluminizadas com barreira contra luz, umidade e seladas a vácuo, no laboratório de análises de farinha da Embrapa Acre, em Rio Branco, AC. Devido à situação de pandemia, as amostras foram analisadas ao completarem o armazenamento de 12 meses (fev./2021) 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; e 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 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 H_2SO_4 1,25% p/v e NaOH 1,25% p/v (AOAC, 2012); e carboidratos totais, por diferença. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Para quantificação de β -caroteno utilizou-se o modo varredura na região UV/VIS, de 250 nm a 700 nm, em espectrofotômetro (Biospectro, SP-220) conforme Abreu et al. (2020) com modificações. Assim, foram pesadas 12 g da amostra, maceradas manualmente em almofariz e pistilo de porcelana, durante 5 minutos. Os carotenoides foram extraídos exaustivamente com acetona, sendo realizada uma partição em 50 mL de éter de petróleo. A parte com acetona foi separada em balão volumétrico, repetindo-se essa etapa com 20 mL de éter de petróleo. A parte de acetona e água foi descartada, a de éter de petróleo foi reservada e protegida da luz, permanecendo em repouso por aproximadamente 12 horas para evaporação. Após esse tempo, adicionaram-se 25 mL de éter de petróleo com uma pequena quantidade de sulfato de sódio anidro para remoção de água residual. Para a quantificação dos carotenoides foram utilizados valores dos coeficientes de absorção específicos do β -caroteno em éter de petróleo, obtidos no espectrofotômetro operado em comprimento de ondas de 450 nm, e calculados conforme Nascimento (2006).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Os dados foram submetidos à Anova, com análise de regressão para os caracteres quantitativos e teste de comparação de médias, Tukey 5%, por meio do software estatístico Agrostat (2015).

Resultados e discussão

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis atividade de água, acidez e pH (Tabela 1), após 12 meses de armazenamento.

Para a atividade de água, o valor médio permaneceu abaixo de 0,6, considerado como o limite máximo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismos (Christé et al., 2007). Esses valores foram considerados aceitáveis, quando comparados a 0,30 relatado por Souza et al. (2018b) que adicionaram polpa de buriti liofilizada em farinhas de Cruzeiro do Sul e por Mendes et al. (2020) que obtiveram valor médio de 0,16.

A acidez apresentou valores superiores aos relatados por Souza et al. (2018 b) em farinha com adição de 1,66% de polpa de buriti liofilizada. O valor encontrado classifica as farinhas como de acidez alta, ou seja, acima de 3,00 meq NaOHN 100 g⁻¹, conforme estabelecido na legislação para farinhas de mandioca do grupo seca (Brasil, 2011). O quesito acidez na farinha de mandioca está relacionado com o processo de fabricação, sendo indicativo do tempo de fermentação da massa de mandioca

triturada ou atraso no processo de prensagem (Christé et al., 2007; Christé; Cohen, 2011), ou, pode significar falta de higiene no processo. Além disso, é também uma característica de processos artesanais. As quantidades de farinha produzidas para esse experimento (aproximadamente 12 kg/repetição/tratamento), aliadas ao tempo de prensagem adotado (7 horas) tradicionalmente e à adição de polpa de buriti in natura, contribuíram para que esses valores ficassem alterados.

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}
T0 (0%)	0,38	3,43	4,15
T1 (3,2%)	0,12	4,41	4,47
T2 (4,98%)	0,12	4,18	4,45
T3 (6,24%)	0,06	4,11	4,48
T4 (8,30%)	0,53	4,48	4,42
Média	0,16	4,12	4,41
CV (%) ⁽¹⁾	50,46	4,63	19,02
Desvio-padrão	15,86	0,04	5,45

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação.

^{ns}Não significativo ao nível de 5% pelo teste T.

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

Quanto aos valores de pH, que é um atributo inerente aos alimentos e que influencia a palatabilidade, o desenvolvimento de microrganismos, a embalagem entre outros aspectos do processamento, as farinhas apresentaram valor médio de 4,41. Considerando que os alimentos são classificados, quanto ao pH, em pouco ácidos (> 4,5), ácidos (4,5 a 4,0) e muito ácidos (< 4,0), todas as farinhas podem ser classificadas como de baixo pH. O pH é um importante fator para o controle sanitário dos alimentos, uma vez que no ciclo de crescimento microbiológico é um dos condicionantes ambientais que mais influencia, sendo seu intervalo ótimo de 6,5 a 7,5. Logo, um pH desfavorável, somado a outras condições do meio (temperatura, indisponibilidade de alimento e umidade), levará a um crescimento tardio. Não há valores especificados para esse atributo na legislação em vigor para farinha de mandioca. Acidez e pH aliados podem contribuir para a vida de prateleira das farinhas de mandioca e a adição de polpa de buriti não foi considerada um fator negativo quanto à segurança dos alimentos.

O teor de umidade é uma das medidas mais importantes utilizadas na análise de alimentos, pois está relacionado com sua estabilidade, qualidade e composição, podendo causar efeitos diretos no processamento, embalagem e estocagem. Houve efeito da concentração de buriti in natura adicionada na composição físico-química das farinhas (Tabela 2) armazenadas durante 12 meses. As farinhas apresentaram um teor de umidade médio de 2,36, com maior valor quando não foi adicionado esse componente, 4,51% (T0). Contudo, todas as farinhas encontram-se de acordo com a legislação brasileira em relação à umidade, que apresenta um limite máximo de 13% (Brasil, 2011). Silva et al. (2015) e Dias; Leonel (2006) encontraram variações de umidade entre as farinhas analisadas, mas inferiores a 13%, o que garante, segundo Álvares et al. (2016), estabilidade durante o armazenamento. A adição de polpa de buriti in natura não foi considerada um fator que comprometesse as etapas de tostagem das farinhas avaliadas nesta pesquisa, de forma a interferir o armazenamento.

Tabela 2. Valores médios da composição centesimal de farinhas com diferentes níveis de polpa de buriti in natura, em Rodrigues Alves, Acre.

Composição centesimal	Umidade	Cinza	Proteína	Lipídio	Fibra bruta	Chos ⁽¹⁾	Valor energético ⁽²⁾
T0 (0%)	4,51 a	0,69 b	0,49 b	0,30 c	0,14 a	92,65 b	369,74 b
T1 (3,2%)	1,45 b	0,65 b	0,49 b	0,47 c	0,15 a	95,49 a	382,59 a
T2 (4,98%)	3,04 ab	0,69 ab	0,63 a	0,83 bc	0,13 a	93,46 ab	378,49 a
T3 (6,24%)	2,27 ab	0,67 ab	0,61 a	1,17 b	0,14 a	93,88 ab	382,99 a
T4 (8,30%)	2,70 ab	0,72 a	0,50 b	1,95 a	0,18 a	92,60 b	383,93 a
Média	2,79	0,68	0,56	1,10	1,41	93,85	382,00
Desvio-padrão	0,51	0,01	0,05	0,23	0,15	0,84	0,01
CV (%) ⁽³⁾	33,08	5,90	9,75	15,67	5,27	0,90	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.

Os tratamentos com diferentes percentuais de polpa de buriti diferiram, significativamente, quanto aos teores de cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos totais. Os valores para o teor de cinzas das farinhas analisadas foram inferiores, porém próximos, aos encontrados em trabalhos semelhantes (Christé et al., 2006; Souza et al., 2018a). A legislação brasileira não estabelece padrões para teores de proteínas e lipídios, devido ao fato de serem inferiores a 2%. Apesar de diferirem entre si, as farinhas dos quatro tratamentos apresentaram teores de proteínas e de lipídios inferiores a 1% e 2%, respectivamente.

A maior concentração de polpa de buriti adicionada, 8,3% (T4), proporcionou maiores teores de cinzas, lipídios e fibras na farinha de mandioca, embora os valores estejam dentro do limite máximo da legislação para o teor de cinzas e fibras, de 1,4% e 3%, respectivamente (Brasil, 2011, 2020). O tempo de armazenamento não interferiu nesses parâmetros.

O enriquecimento da farinha com matéria-prima local é uma prática adequada para aumentar o poder nutricional dos alimentos e torna-se apropriada no caso da farinha de mandioca, dado que é um produto essencialmente energético (Martins et al., 2010; Souza et al., 2018a, 2018b). A polpa de buriti quando desidratada apresenta-se como uma rica fonte de lipídios (Carneiro; Carneiro, 2011), além de maior teor de cinzas em relação à polpa in natura pela concentração dos nutrientes. Também possui elevadas quantidades de fibra insolúvel (Lage, 2014), contribuindo para o aumento desse componente na farinha de mandioca.

O estudo dos componentes de cor L*, a* e b* mostrou variação significativa entre as amostras de farinhas com diferentes níveis de polpa de buriti in natura. O componente L* (luminosidade ou brilho) variou de 89,12 (farinha sem adição) a 85,46 (com adição de 8,30% de buriti), conforme Tabela 3, fazendo com que a maior concentração de buriti tornasse a farinha mais escura.

As farinhas analisadas apresentaram valores muito inferiores aos obtidos por Souza et al. (2018a, 2018b), para os parâmetros L*, a* e b*, que trabalharam com polpa de buriti liofilizada. Neste trabalho foi utilizada polpa de buriti in natura, podendo 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 (+), indicando que no T4 houve intensificação da cor amarela em relação aos demais tratamentos (Tabela 3). A polpa de buriti possui quantidades consideráveis de carotenoides, confirmando o potencial antioxidante do 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 seja devido a esses pigmentos. Entre os consumidores, a cor amarela constitui aspecto desejável para farinha de mandioca seca (Souza et al., 2018a, 2018b).

Os resultados obtidos de carotenoides e vitamina A podem ser observados na Figura 2 e Tabela 4, respectivamente. Observa-se que as farinhas com menores concentrações de polpa de buriti apresentaram menores valores quanto aos carotenoides totais. A farinha sem adição de polpa de buriti in natura apresentou menores valores de carotenoides totais (Tabela 4), provavelmente por esses componentes estarem presentes nas raízes de mandioca utilizada. Com a adição de 6,24% (T3) e 8,30% (T4) de polpa in natura obtiveram-se os maiores valores (Tabela 4).

Quanto ao teor de vitamina A ($\mu\text{c RE}/100 \text{ g}$) não houve diferenças significativas, embora o T4 (8,30%) e T3 (6,24%) apresentassem os melhores desempenhos para a variável (Tabela 4). Esses resultados indicam que é necessário realizar novos experimentos para explorar a dose ideal de polpa de buriti in natura na farinha de mandioca, para obter efeitos mais atrativos quanto ao valor nutricional.

Tabela 3. Características do estudo de cor das farinhas de mandioca fabricadas com diferentes níveis de polpa de buriti in natura, em Rodrigues Alves, Acre.

Percentual de polpa de buriti	L*	a*	b*
T0 (0%)	89,12 a	0,72 d	9,56 c
T1 (3,2%)	88,33 ab	1,57 c	13,00 b
T2 (4,98%)	87,54 abc	1,91 bc	13,60 b
T3 (6,24%)	86,42 bc	2,23 b	14,03 ab
T4 (8,30%)	85,46 c	3,60 a	15,18 a
Média	87,97	2,00	13,32
CV (%) ⁽¹⁾	0,89	19,06	1,14
Desvio-padrão	0,78	0,07	0,02

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação.

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

Tabela 4. Efeito da adição de polpa de buriti in natura quanto à vitamina A ($\mu\text{c RE}/100 \text{ g}$).

Tratamento	Vitamina A ($\mu\text{c RE}/100 \text{ g}$) ^{ns}
T0 (0%)	2,22
T1 (3,2%)	1,21
T2 (4,98%)	2,10
T3 (6,24%)	3,01
T4 (8,30 %)	3,98
Média	2,50
CV (%) ⁽¹⁾	21,26
Desvio-padrão	0,42

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação.

^{ns}Não significativo ao nível de 5% pelo teste T.

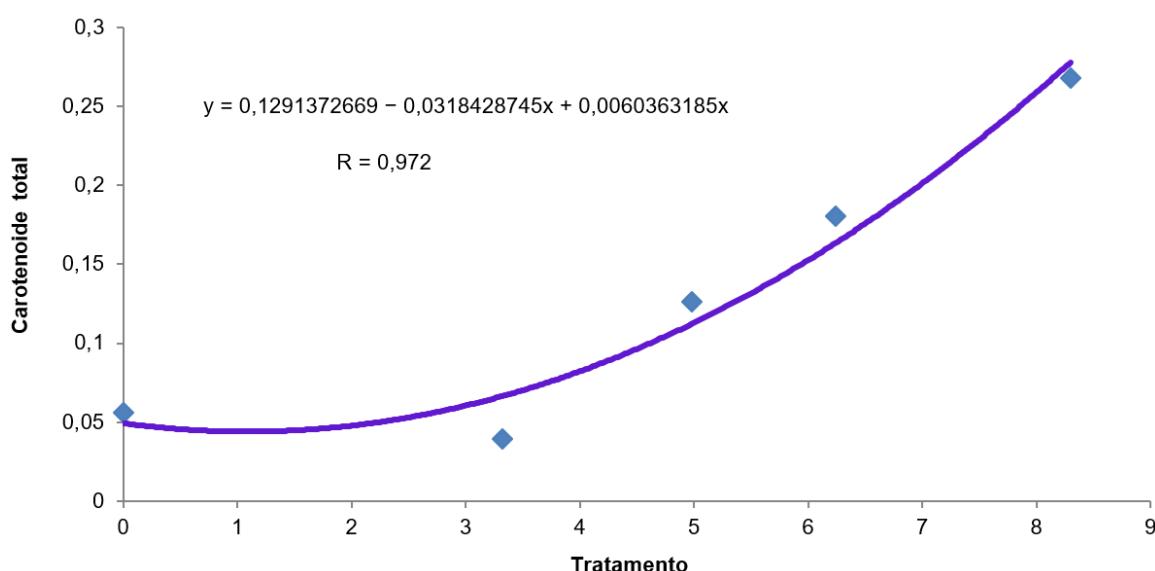


Figura 2. Efeito da adição de polpa de buriti in natura quanto aos carotenoides totais.

Não foram encontrados trabalhos semelhantes utilizando polpa in natura de buriti para enriquecer a discussão. No entanto, serão comentados aspectos importantes do enriquecimento de alimentos com produtos regionais. Inicialmente, é importante ressaltar que para a adição de nutrientes aos alimentos formulados é necessário que estejam presentes em concentrações as quais não impliquem em ingestão excessiva, não devendo ultrapassar o valor determinado pela IDR. Além disso, devem ser considerados o aporte advindo de outros alimentos da dieta e as necessidades do consumidor a que se destinam, bem como a probabilidade de ocorrência de interações negativas com nutrientes ou outros componentes presentes na dieta. Por fim, o nutriente adicionado deve ser biodisponível e seguro. O buriti detém a maior concentração conhecida de betacaroteno na vasta gama de produtos brasileiros analisados (Rodrigues-Amaya, 2008).

Nesta pesquisa, ficou demonstrado que o maior percentual de adição de polpa de buriti in natura, representado pelo T4 (8,30%), não atingiu o mínimo recomendado na legislação para ser um alimento que “contém”, é “fonte” ou é “rico” em vitamina A (Brasil, 2012). Os resultados obtidos não foram suficientes para que fosse possível inserir na rotulagem as informações sobre o conteúdo dos nutrientes adicionados. No entanto, demonstram claramente a importância desta pesquisa e as potencialidades de uso do buriti adicionado à farinha de mandioca como fonte de vitamina A.

Esses resultados não foram conclusivos quanto aos níveis ideais de adição de polpa de buriti in natura na fabricação de farinha, porém demonstraram claramente que há uma grande potencialidade. Portanto, é importante dar continuidade aos estudos.

Conclusões

A adição de polpa de buriti in natura não interfere no processo tecnológico de fabricação da farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul quanto às características físico-químicas e químicas do produto.

A adição de polpa de buriti in natura promove efeitos positivos na qualidade da farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul, notadamente no que se refere aos aspectos nutricionais.

Agradecimento

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica, o Fundo Amazônia/Projeto MandioTec pelo apoio financeiro, ao produtor de farinha de Cruzeiro do Sul Antonio Clebson Cameli Santiago e família pelo compartilhamento da casa de farinha para obtenção das amostras, a Universidade Federal do Acre (Ufac) e Embrapa Acre pelas infraestruturas físicas para condução dos experimentos, aos técnicos de laboratório Barbosa dos Santos Maia e Joelton de Lima Barata pelo auxílio durante as análises.

Referências

- ABREU, L. F.; CARDOSO, T. N.; DANTAS, K. das G. F.; OLIVEIRA, M. do S. P. de. **Prospecção e quantificação de carotenoides em frutos de tucumã-do-pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2020. 23 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 139). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1119582>. Acesso em: 25 maio 2021.
- AGROSTAT. **Indicadores gerais 2015**. Disponível em: <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 14 maio 2021.
- AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 233-243, mar./abr. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732006000200010>.
- ÁLVARES, V. de S.; MIQUELONI, D. P.; NEGREIROS, J. R. da S. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca do Território da Cidadania do Vale do Juruá, Acre. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, p. 113-121, mar./abr. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201663020001>.
- 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. Regulamento técnico da farinha de mandioca. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 13 nov. 2011, Seção 1, p. 3. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos/instrucao-normativa-mapa-no-52.pdf/view>. Acesso em: 25 maio 2021.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 12 nov. 2012, Seção 1. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos/instrucao-normativa-mapa-no-52.pdf/view>. Acesso em: 25 maio 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 58, de 07 de outubro de 2020. Altera o anexo I da Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011, que estabeleceu o Regulamento técnico da farinha de mandioca. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 6 out. 2020, Seção 1, p. 4.
- 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, abr./jun. 2011.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 4, p. 861-864, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000400023>.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento da farinha de mandioca do grupo d'água. **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. **Revista 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, n. 4, p. 692-700, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000400015>.

GODOY, H. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Occurrence of cis-isomers of pro vitamins A in Brazilian fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, n. 6, p. 1306-1013, 1995.

KOPPER, A. C.; SARAIVA, A. P.; RIBANI, R. H.; LORENZI, G. M. A. C. Utilização tecnológica da farinha de bocaiuva na elaboração de biscoitos tipo cookie. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 3, p. 463-470, 2010.

LAGE, N. N. **Avaliação do potencial antioxidante da farinha de buriti (*Mauritia flexuosa*) in vitro e em ratos diabéticos**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG.

MANHÃES, L. R. T. **Caracterização da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*, Mart.) com vista sua utilização como alimento funcional**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

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, dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000400005>.

MARIATH, J. G.; LIMA, M. C.; SANTOS, L. M. Vitamin A activity of buriti (*Mauritia vinifera* Mart) and its effectiveness in the treatment and prevention of xerophthalmia. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 49, n. 5, p. 849-53, May 1989. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/49.5.849>.

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, Jan. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732003000100008>.

MENDES, M. L.; SOUZA, J. M. L.; VASCONCELOS, M. A. M.; NASCIMENTO, M. M.; SANTIAGO, A. C. C.; LAMBERTUCCI, D. M. Adição de polpa de buriti in natura em farinha de mandioca artesanal e sua influência nos parâmetros físico-químicos. In: SEMINÁRIO DA EMBRAPA ACRE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 3., 2020, Rio Branco, AC. **Ciência e tecnologia na sociedade digital (edição on-line)**: anais. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2021. p. 33-38. Apresentação oral. (Embrapa Acre. Eventos técnicos & científicos, 3). Editores: Virgínia de Souza Álvares, Fabiano Marçal Estanislau. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1139215>. Acesso em: 10 set. 2021.

NASCIMENTO, P. do. **Avaliação da retenção de carotenóides de abóbora, mandioca e batata doce**. 2006. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos: Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto.

RAMALHO, R. A.; FLORES, H.; SAUNDERS, C. Hipovitaminose A no Brasil: um problema de saúde pública. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 12, n. 2, p. 117-122, 2002.

SANTANA, G. P.; JESUS, J. A. de. Estudo de metais presentes na *Mauritia flexuosa* L. e *Euterpe precatoria* Mart. da região do pólo industrial de Manaus. **Scientia Amazonia**, v. 1, n. 1, p. 21-24, 2012. Disponível em: [http://www.scientia.ufam.edu.br/attachments/article/11/v\(1\),n\(1\),p21-2_x2012.pdf](http://www.scientia.ufam.edu.br/attachments/article/11/v(1),n(1),p21-2_x2012.pdf). Acesso em: 10 set. 2021.

SILVA, A. C. M. S.; PINHO, L. P.; SOUSA, L. S.; MOURA, L. E.; SOUZA, C. O.; DRUZIAN, J. I. Classificação, identidade e matérias estranhas de farinha de mandioca Copioba: conformidade com a legislação brasileira e contribuição a indicação geográfica. **Cadernos de Prospecção**, v. 8, n. 1, p. 192-202, 2015. DOI: <https://doi.org/10.9771/s.cprosp.2015.001.022>.

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, p. 192-198, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000025>.

SOUZA, S. K. de C.; SOUZA, R. F.; SILVA, C. C. B.; PEREIRA, C. T. M.; JARDIM, A. T.; MESQUITA, E. C. M. Composição centesimal e quantificação B caroteno de biscoitos enriquecidos com polpa de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e farinha de linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 37, n. 1, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/bceppa.v1i1.60677>.

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: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1013670>. Acesso em: 10 set. 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.

Prospecção da Produção e Uso do Açafrão-da-Terra pelos Produtores de Farinha de Mandioca de Cruzeiro do Sul, Acre⁽¹⁾

Jéssyka Karoline Araújo Braga², Virgínia de Souza Álvares³, Daniel Moreira Lambertucci⁴, João Paulo Santos Sena⁵, Ana Paula Santos de Sena⁶ e Joana Maria Leite de Souza⁷

⁽¹⁾Projeto aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Acre (CEP-Ufac) no Parecer nº 4.314.417, CAE nº 35281220.2.0000.5010.

²Graduanda em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Zootecnista, mestre em Zootecnia, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁵Tecnólogo em Agroecologia, Cruzeiro do Sul, AC.

⁶Graduanda em Tecnologia em Agroecologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Cruzeiro do Sul, AC.

⁷Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi identificar origem, modo de produção e quantidade média de açafrão-da-terra em pó utilizado para a produção de farinha de mandioca artesanal de Cruzeiro do Sul. Foi realizada uma pesquisa com 54 produtores e a maioria dos entrevistados produz a própria raiz para a fabricação do açafrão-da-terra em pó utilizado durante a produção da farinha. O modo de produção prioritário é por desidratação das raízes inteiras. Essa especiaria é usada na fabricação da farinha com concentração de 0,04% a 0,15%, na Trituração das raízes de mandioca. A farinha de mandioca artesanal da Regional do Juruá depende da experiência dos produtores, principalmente em etapas como a adição do açafrão-da-terra.

Termos para indexação: *Curcuma longa*, cúrcuma, indicação geográfica “Cruzeiro do Sul”.

Introdução

No estado do Acre a Regional do Juruá se destaca na mandiocultura com 26,6 mil hectares, o que representa 59% de toda área no estado, sendo Cruzeiro do Sul o município com maior produção de raízes, 65 mil toneladas em 2019 (IBGE, 2019).

Para a fabricação da farinha alguns produtores adicionam o açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.) visando a uma coloração amarela mais atrativa em função da demanda do mercado consumidor. Contudo, é importante produzir uma farinha que atenda aos requisitos de identidade e qualidade da legislação. Faz-se necessário conhecer a concentração mais utilizada pelos produtores para a fabricação da farinha de mandioca, sua origem e modo de produção.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi identificar a origem, o modo de produção e a quantidade média de açafrão-da-terra em pó utilizado para a fabricação de farinha de mandioca artesanal de Cruzeiro do Sul.

Material e métodos

Entre março e julho de 2021 foram realizadas entrevistas com 54 produtores de farinha de mandioca do município de Cruzeiro do Sul, utilizando método de pesquisa descritiva, aplicando-se um questionário semiestruturado como instrumento de coleta de dados.

O recrutamento foi realizado utilizando-se os critérios: a) acessibilidade, pela facilidade de acesso e maior área de concentração de produção; e b) homogeneidade, sendo recrutados apenas os produtores que utilizam o açafrão-da-terra na fabricação da farinha de mandioca. As questões foram relacionadas à origem, modo de fabricação, armazenamento, quantidade de açafrão-da-terra utilizada e forma de uso dessa especiaria na produção de farinha.

As informações coletadas foram tratadas em planilhas eletrônicas compatíveis com Microsoft Excel, e os valores foram apresentados em termos percentuais em relação à amostragem total ou frequência relativa. Para definição da amostra probabilística aleatória simples foi tomado como base o universo de agroindústrias de farinha em Cruzeiro do Sul, obtido no Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2021).

Resultados e discussão

A maioria dos produtores de farinha entrevistados (63%) produz as próprias raízes de açafrão-da-terra para a fabricação da cúrcuma em pó utilizada durante a produção da farinha de mandioca artesanal (Figura 1). Essa espécie é autorizada para uso em alimentos como especiaria pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005). A Anvisa complementa ainda que o rizoma de *Curcuma longa* L. (ou *Curcuma domestica* Valenton) está permitido para utilização como especiaria em alimentos de forma geral, desde que atenda o padrão de identidade e qualidade (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2018), embora ainda não esteja estabelecido um protocolo de uso na fabricação da farinha de mandioca amarela.

A curcumina é o pigmento de maior concentração nos rizomas do açafrão-da-terra. Além de ser utilizada como corante e condimento, apresenta substâncias antioxidantes e antimicrobianas, podendo ser empregada em diversas áreas como cosméticos, têxtil, medicinal e de alimentos. Impulsionado por consumidores cada vez mais exigentes, o açafrão-da-terra é um dos corantes naturais com futuro promissor para substituição dos corantes sintéticos, por apresentar o mesmo poder de tingimento, pela tendência mundial de consumo de produtos naturais e devido às suas propriedades funcionais (Constant et al., 2002).

Quanto à produção de *Curcuma longa* para uso próprio, 35,3% dos entrevistados realizam a secagem das raízes inteiras; 23,5% fatiam antes da secagem; e apenas 2,9% trituram antes da secagem (Figura 2).

Vilela e Artur (2008) relatam que tanto o volume quanto a forma geométrica influenciam na secagem da cúrcuma e os cortes devem ter a menor quantidade de casca possível a fim de facilitar a difusão da umidade para o ambiente.

Quanto ao cultivo da *Curcuma longa* para a fabricação da farinha de mandioca, 82% dos produtores fazem uso de toda sua produção e apenas 12% comercializam o excedente (Figura 3).

Na Figura 4 observa-se que dos entrevistados que não cultivam o açafrão-da-terra utilizado na fabricação da farinha, 95% adquirem o produto diretamente do comércio e, desses, 65% têm conhecimento do modo de fabricação (Figura 5), mas descrevem o processo de forma simples, em etapas como colheita, secagem e moagem.

É importante o conhecimento da qualidade do produto adquirido no comércio. A adulteração do alimento pode ocorrer por mistura de materiais de outras espécies vegetais semelhantes (Dallago et al., 2011), adição de amido ou outros contaminantes (Melo et al., 2021), mas também pela adição de matérias que trazem problemas à qualidade físico-química e sanitária do produto, de rotulagem ou à saúde do consumidor.

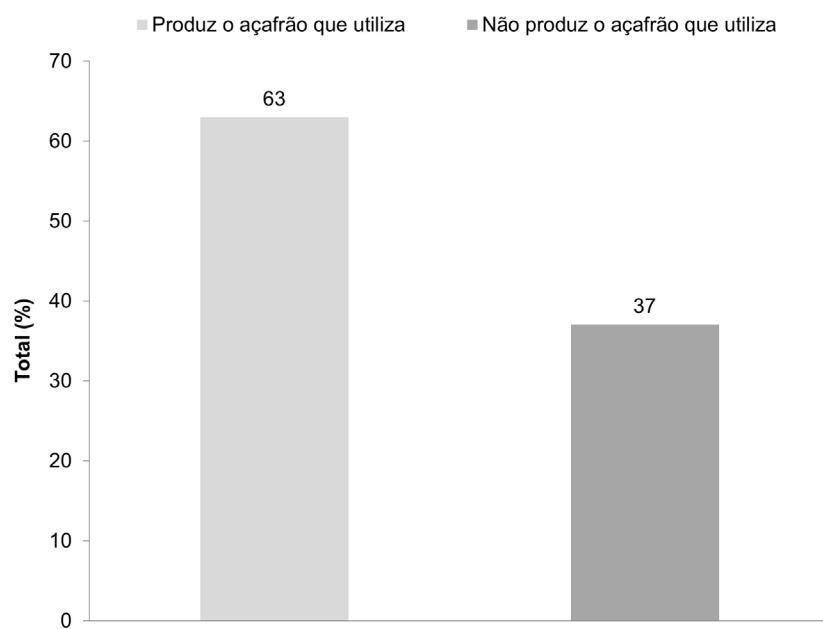


Figura 1. Produção de raízes de *Curcuma longa* (açafrão-da-terra) entre os produtores de farinha de mandioca artesanal entrevistados no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

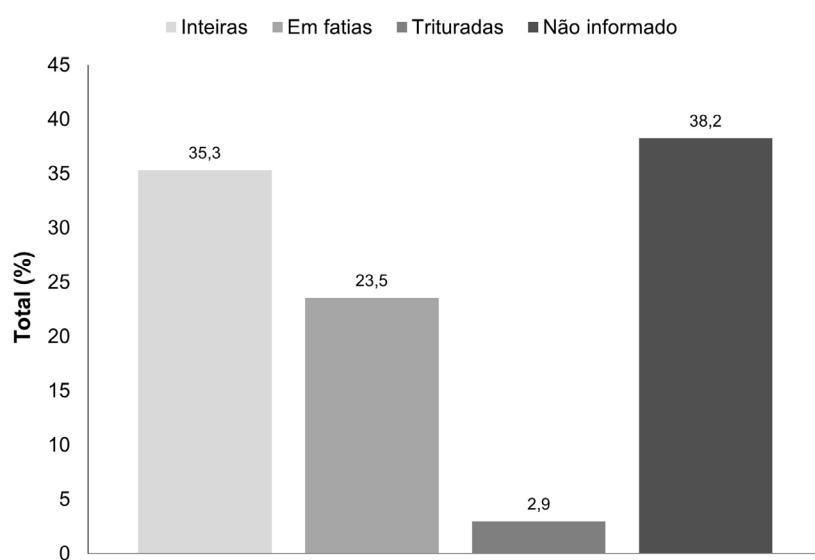


Figura 2. Forma de secagem das raízes de *Curcuma longa* para fabricação de açafrão-da-terra em pó pelos produtores de farinha de mandioca artesanal entrevistados no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

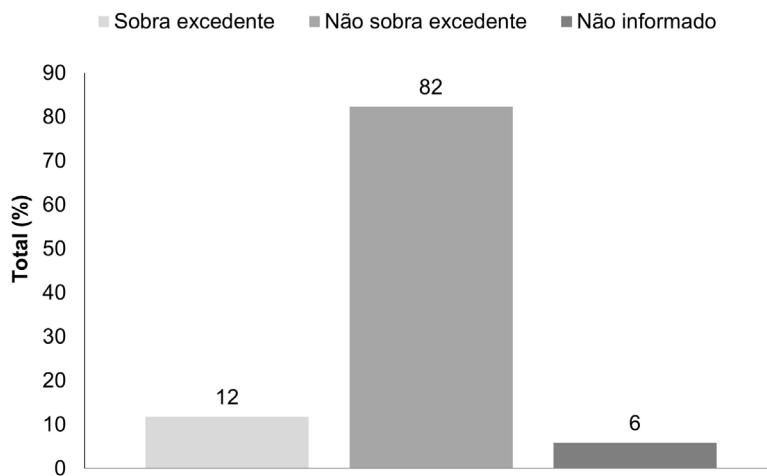


Figura 3. Gerenciamento da produção do açafrão-da-terra fabricado nas propriedades dos entrevistados, no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

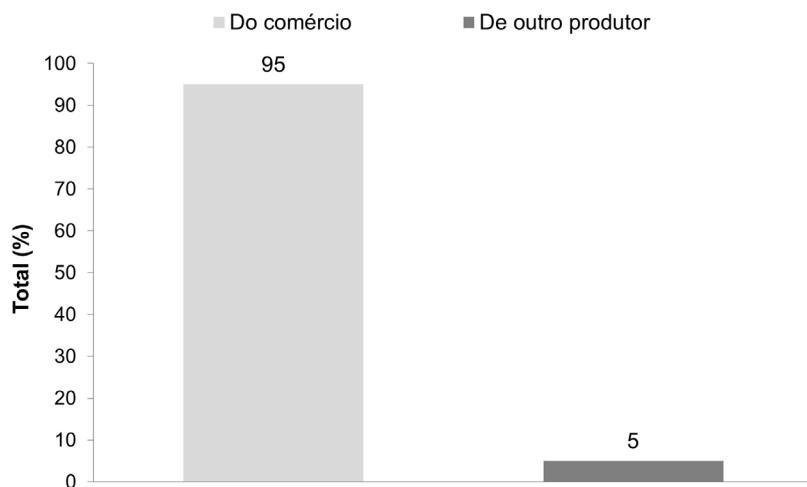


Figura 4. Local da aquisição do açafrão-da-terra em pó pelos entrevistados que não cultivam a *Curcuma longa* para uso na farinha de mandioca artesanal, no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

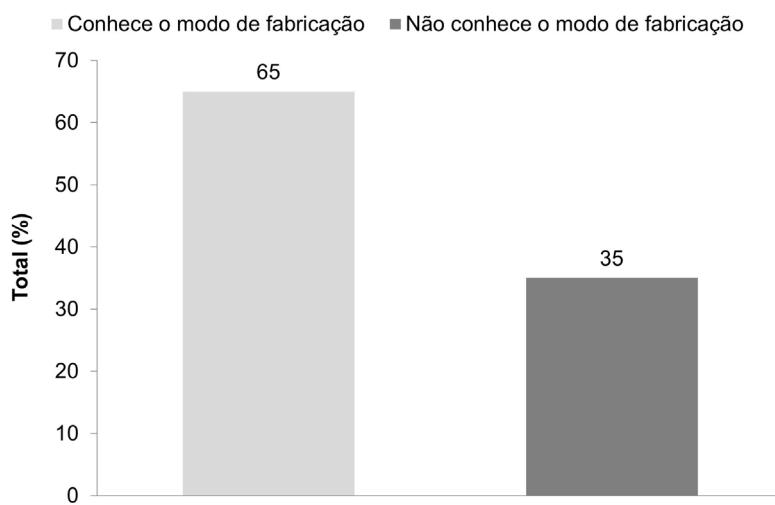


Figura 5. Conhecimento do modo de fabricação do açafrão-da-terra em pó adquirido no comércio e utilizado pelo produtor de farinha de mandioca artesanal, no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

O tempo de armazenamento do açafrão-da-terra em pó variou de zero até mais de 730 dias, com o maior número de entrevistados informando um período de até 30 dias (Figura 6A), entre o armazenamento e a utilização. O armazenamento é realizado em sacos plásticos transparentes pela maioria dos entrevistados, 62% (Figura 6B). Contudo, a luz é o agente que degrada e proporciona perda da cor no produto (Martins, 1993), sendo responsável por cerca de 30% de perda do pigmento curcumina após 30 dias de exposição (Tonnensen; Karlsen, 1985 citado por Rusig; Martins, 1992). Além da luz, fatores como pH e temperatura (Tonnensen; Karlsen, 1985 citado por Rusig; Martins, 1992), dentre outros, degradam a curcumina, motivo pelo qual o armazenamento deve ser realizado de forma adequada.

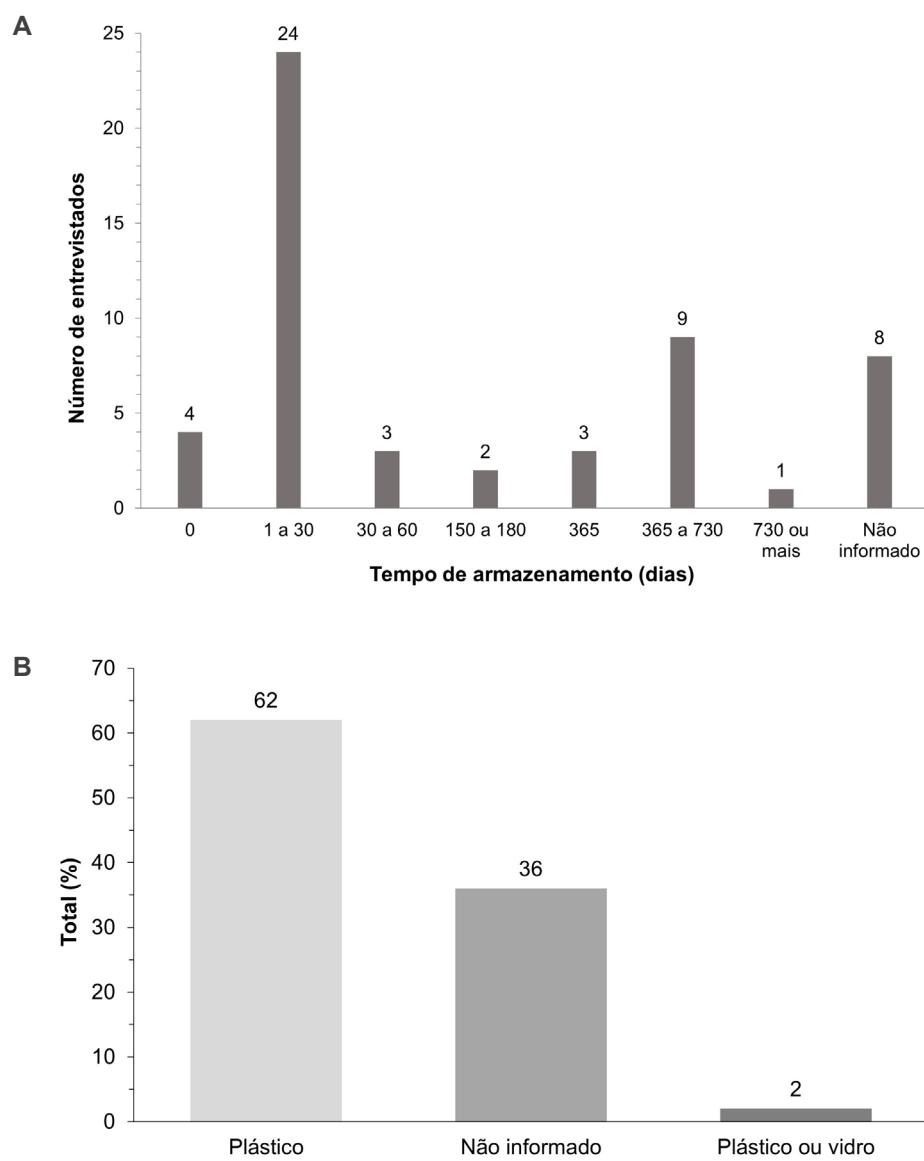


Figura 6. Tempo de armazenamento (A) e material de acondicionamento do açafrão-da-terra em pó (B) adotados nas propriedades entrevistadas, antes do uso na farinha de mandioca, no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

Na Figura 7 é possível verificar que 66% dos entrevistados relataram não observar perda visual da coloração no produto. Os 14% que relataram observar essa perda informaram que o tempo de armazenamento variou de 14 a 730 dias, sendo necessária uma melhor investigação dos fatores interferentes.

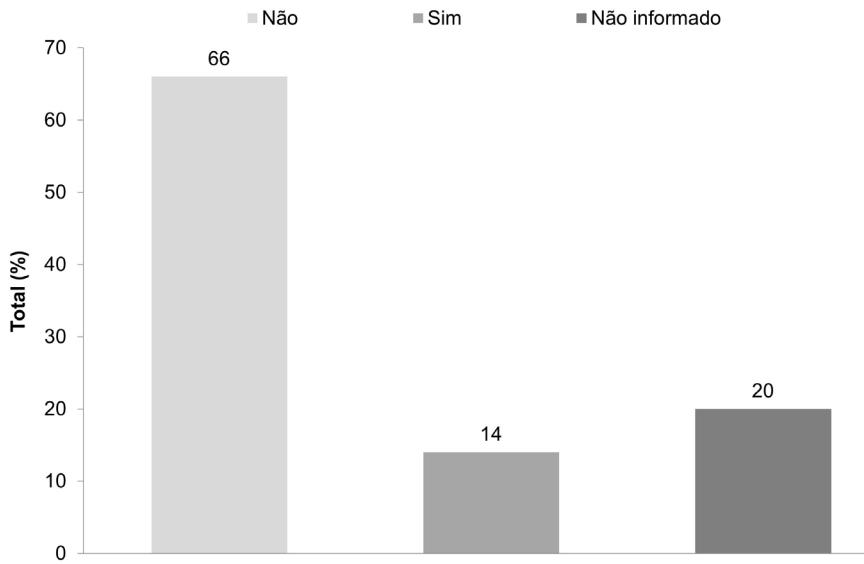


Figura 7. Relatos dos entrevistados quanto à observação visual da perda de coloração do açafrão-da-terra em pó durante o armazenamento, no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

A quantidade de açafrão-da-terra usada na fabricação da farinha de mandioca variou, predominando a concentração de 0,04%, utilizada por 19% dos produtores entrevistados. Outros 9% usam uma concentração de 0,10% de açafrão; 7% utilizam concentração de 0,07%; e outros 7% a concentração de 0,15% (Figura 8).

Identificar a concentração de açafrão utilizada pelos produtores é uma tarefa difícil, uma vez que a quantificação depende da experiência de cada um deles. Van Velthem e Katz (2012) ressaltam que a farinha processada inadvertidamente com esse condimento pode apresentar características sensoriais desfavoráveis ao comércio, várias tonalidades ou cor indefinida. Além disso, o aumento na concentração de açafrão-da-terra interfere no teor de cinzas da farinha, podendo torná-la “fora de padrão” (Álvares et al., 2015).

Na Figura 9, observa-se que 89% dos produtores adicionam o açafrão em pó diretamente nas raízes de mandioca durante a Trituração. Van Velthem e Katz (2012), observando o processamento da farinha de mandioca artesanal no Alto Juruá, relataram também a incorporação da cúrcuma dessa forma.

Contudo, 4% dos produtores realizam a mistura do açafrão em água; e 2% em água e fécula de mandioca, após a moagem das raízes. Essa prática pode ser um meio encontrado por alguns produtores para melhorar a homogeneidade da coloração da massa, uma vez que os curcuminoïdes, grupo de compostos fenólicos existentes na cúrcuma, apresentam baixa solubilidade em meio aquoso (Carvalho, 2014), por isso a experiência do produtor é tão importante nessa etapa da produção.

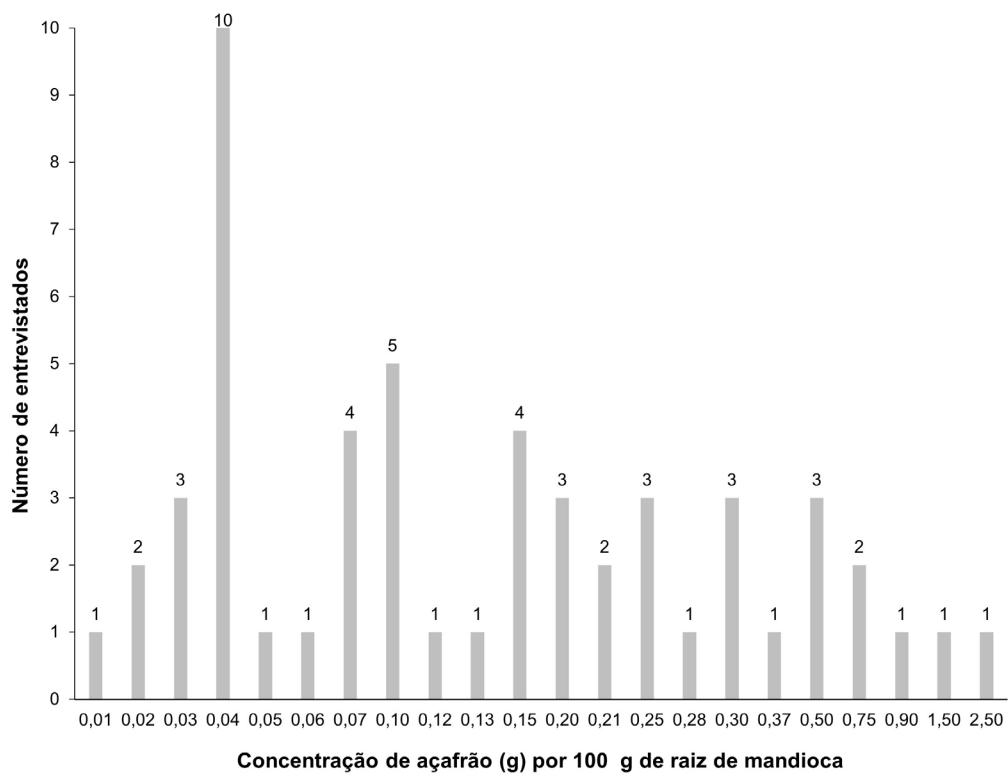


Figura 8. Quantidade de açafrão-da-terra em pó adicionada pelos produtores entrevistados, durante a fabricação artesanal da farinha de mandioca, no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

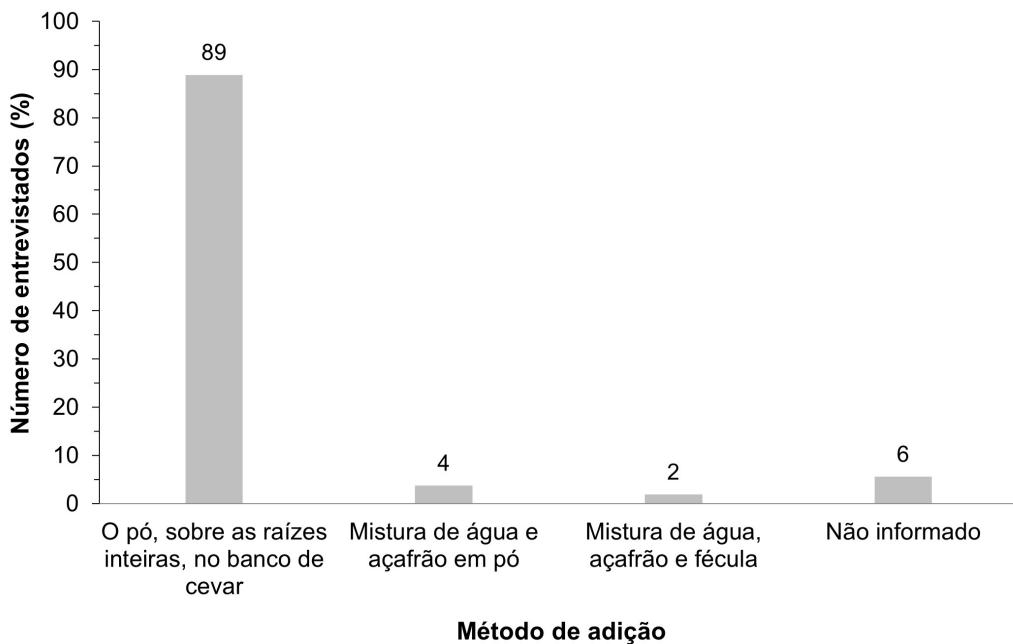


Figura 9. Modo de adição de açafrão-da-terra em pó pelos produtores entrevistados, durante a fabricação artesanal da farinha de mandioca, no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

Conclusões

A maioria das raízes de *Curcuma longa* utilizada pelos produtores entrevistados é cultivada na mesma propriedade na qual é fabricada a farinha de mandioca artesanal.

Essa especiaria é usada na fabricação da farinha, prioritariamente, em uma concentração de 0,04% a 0,15%, e aplicada no momento da Trituração das raízes de mandioca.

Agradecimento

Os autores agradecem aos produtores de farinha de Cruzeiro do Sul, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa Pibic e a Manoel Delson Campos Filho, pelo auxílio na coleta de informações.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Esclarecimentos sobre o uso de cúrcuma ou curcumina em farinha de mandioca.** Brasília, DF, 2018. (ANVISA. Nota técnica, 38).

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada nº 276, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 29 set. 2005, Seção 1, p. 378. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/27641>. Acesso em: 11 set. 2020.

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.

CARVALHO, D. M. **Avaliação da solubilidade da curcumina e caracterização de filme ativo incorporado com nanosuspensão de curcumina.** 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. **Boletim Ceppa**, v. 20, n. 2, p. 203-220, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v20i2.1248>.

DALLAGO, R. M.; VALDUGA, A. T.; LUCCIO, M. D.; BENIN, S.; TRES, M. V. Analysis of volatile compounds of *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. and its main adulterating species *Ilex theizans* Mart. ex Reissek and *Ilex dumosa* Reissek. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1166-1171, dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600017>.

IBGE. **Censo agropecuário 2017:** Brasil, grandes regiões, unidades de federação, mesorregiões geográficas e municípios. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/20184-2017-censo-agropecuario.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 10 set. 2020.

IBGE. **Produção agrícola municipal:** culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 17 ago. 2021.

MARTINS, M. C. **Obtenção e avaliação de curcumina a partir de rizomas secos de cúrcuma (*Curcuma longa* L.).** 1993. 194 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia de

Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/255297/1/Martins_MariaCelia_M.pdf. Acesso em: 6 ago 2021.

MELO, M. C. S.; RODRIGUES, P. L.; SILVA, V. C. M.; VILAR, M. S. A.; VILAR, D. A. Análise de adulteração da *Curcuma longa* L. em pó comercializada em Campina Grande – PB e Pocinhos – PB. **Research Society and Development**, v. 10, n. 7, e11010716233, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16233>.

RUSIG, O.; MARTINS, M. C. Efeito da temperatura, do pH e da luz sobre extratos de oleoresina de círcuma (*Curcuma longa* L.) e curcumina. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, v. 1, n. 1, p. 158-164, 1992.

VAN VELTHEM, L. H.; KATZ, E. A ‘farinha especial’: fabricação e percepção de um produto da agricultura familiar no Vale do Rio Juruá, Acre. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 7, n. 2, p. 435-456, ago. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1981-81222012000200008>.

VILELA, C. A. A.; ARTUR, P. P. Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos.

Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n. 2, p. 387-394, abr./jun. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000200018>.

Prospecção do Açafrão-da-Terra em Pó Comercializado em Cruzeiro do Sul⁽¹⁾

Ana Paula Santos de Sena², Virgínia de Souza Álvares³, Daniel Moreira Lambertucci⁴, Fernando Wagner Malavazi⁵, Jéssyka Karoline Araújo Braga⁶ e Joana Maria Leite de Souza⁷

⁽¹⁾Projeto aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Acre (CEP-Ufac) no Parecer nº 4.522.934, CAE nº 37398620.6.0000.5010.

²Graduanda em Tecnologia em Agroecologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Cruzeiro do Sul, AC.

³Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Zootecnista, mestre em Zootecnia, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁵Administrador, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁶Graduanda em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁷Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) esclarece que o rizoma de *Curcuma longa*, desidratado e moído, está permitido para uso como especiaria em alimentos, desde que atenda o padrão de identidade e qualidade do produto. Contudo, alguns produtores de farinha da Regional do Juruá utilizam o açafrão-da-terra de estabelecimentos comerciais, sem o conhecimento de sua origem e qualidade. A prospecção da comercialização desse produto em Cruzeiro do Sul pretendeu identificar suas características, que podem comprometer a efetividade do segmento de produção de farinha de mandioca com indicação geográfica. Foram realizadas entrevistas com 12 comerciantes a fim de determinar a origem, preço praticado, características dos compradores, quantidade comercializada, percepção de qualidade pelo comerciante e tempo de armazenamento do produto na etapa de comercialização. Observou-se que na região são comercializados, em média, 808 kg/mês de açafrão-da-terra puro, em pó, sendo 75% dessa quantidade adquirida por agricultores ao preço médio de R\$ 27,61/kg, todo oriundo do estado de Goiás. O controle de qualidade do produto, quando existente, dá-se de forma empírica por aspectos visuais. Em média, o produto passa 4 meses na prateleira do estabelecimento, sendo comercializado com 14 meses desde a produção da matéria-prima.

Termos para indexação: cúrcuma, *Curcuma longa*, farinha de mandioca artesanal.

Introdução

No estado do Acre, o cultivo da mandioca e a produção de farinha têm um grande destaque, principalmente, na Regional do Juruá, com a comercialização para outros estados, como Rondônia e Amazonas, mas também para consumo interno (Silva et al., 2017).

A farinha de mandioca artesanal com registro de indicação geográfica possui grande reconhecimento e qualidade. Contudo, ainda pode existir heterogeneidade na coloração pelo uso inadequado do açafrão-da-terra em pó. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) esclareceu que a especiaria cúrcuma, obtida da desidratação e moagem do rizoma da *Curcuma longa* L. (*Curcuma domestica* Valenton), está permitida para uso como especiaria em alimentos de forma geral, desde que atenda o padrão de identidade e qualidade do produto (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2018). No entanto, é proibido o uso de corantes artificiais para proporcionar a coloração amarelada na farinha. Assim, é importante orientar os produtores quanto à origem e qualidade do açafrão-da-

terra comercializado na região a fim de auxiliá-los na manutenção da qualidade da tão conhecida “farinha de Cruzeiro do Sul”.

O objetivo deste trabalho foi prospectar e identificar características da comercialização do açafrão-da-terra no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

Material e métodos

A pesquisa foi realizada pelo método descritivo, com aplicação de um questionário semiestruturado, utilizado como instrumento de coleta de dados, em 12 estabelecimentos comerciais em Cruzeiro do Sul, Acre. Para recrutamento foram utilizados os critérios: a) acessibilidade, selecionando os principais estabelecimentos que comercializam alimentos regionais do município, como os mercados municipais; e b) homogeneidade, sendo recrutados apenas os estabelecimentos que possuem o açafrão-da-terra puro. Seguiu-se um roteiro para caracterização da demanda, oferta, preço, perfil do consumidor, origem e visão do comerciante em relação à qualidade visual do açafrão-da-terra comercializado no município.

As informações coletadas foram tratadas em planilhas eletrônicas compatíveis com Microsoft Excel, descritas em termos percentuais em relação à amostragem total ou frequência relativa. Para definição da amostra probabilística aleatória simples foram visitados todos os estabelecimentos do município que comercializavam o açafrão-da-terra puro.

Resultados e discussão

Nos estabelecimentos comerciais participantes da entrevista são comercializados de 10 kg/mês a 200 kg/mês de açafrão-da-terra em pó, com média de 67 kg/mês, mas a maioria comercializa até 50 kg/mês desse produto (Figuras 1A e 1B).

Na Figura 2 é possível observar que o valor praticado não sofre grande oscilação, variando de R\$ 24,00/kg a 30,00/kg, com a maioria comercializando o produto pelo maior valor de mercado.

A comercialização do açafrão-da-terra em pó é destinada, principalmente, para agricultores e donas de casa em menor proporção (Figuras 3A e 3B). Do total, 91,7% não possuem outro canal de comercialização, além dos produtores.

Na Tabela 1 é possível observar que nenhum estabelecimento produz a *Curcuma longa* que comercializa e os entrevistados desconhecem o seu processo de produção, adquirindo de um mesmo fornecedor. Isso pode gerar total dependência e possível desabastecimento, casoesse o fornecimento, além de alteração de preço pela falta de opções. Uma minoria dos comerciantes entrevistados verifica a qualidade do produto que comercializa. É importante o conhecimento da origem e qualidade das matérias-primas utilizadas na indústria alimentícia. Metade dos entrevistados informou ter tido algum tipo de problema recente com a comercialização do açafrão-da-terra em pó, contudo, isso está relacionado, principalmente, à redução nas vendas, devido ao período da pandemia do novo coronavírus ou inverno e não com a perda de coloração do produto.

A origem do produto é toda dos municípios de Mara Rosa e Nova Glória, no estado de Goiás. No Brasil, a maior produção encontra-se nos estados de São Paulo e Goiás, estando o município de Mara Rosa, GO, em lugar de destaque, com 23,8% do total (IBGE, 1995).

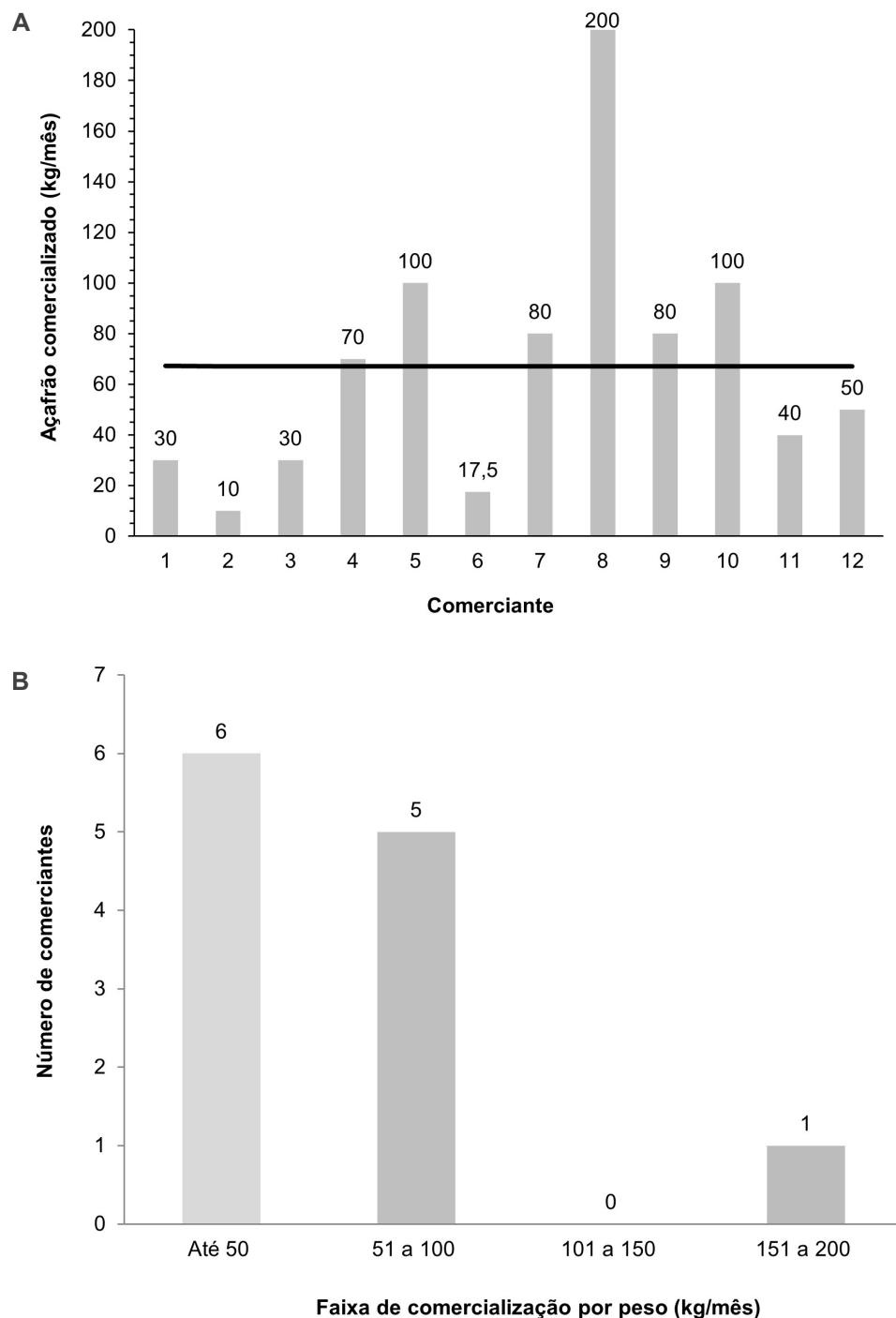


Figura 1. Quantidade de açafrão comercializada em estabelecimentos de Cruzeiro do Sul, Acre, por unidade local (A) e faixa de peso comercializada mensalmente (B).

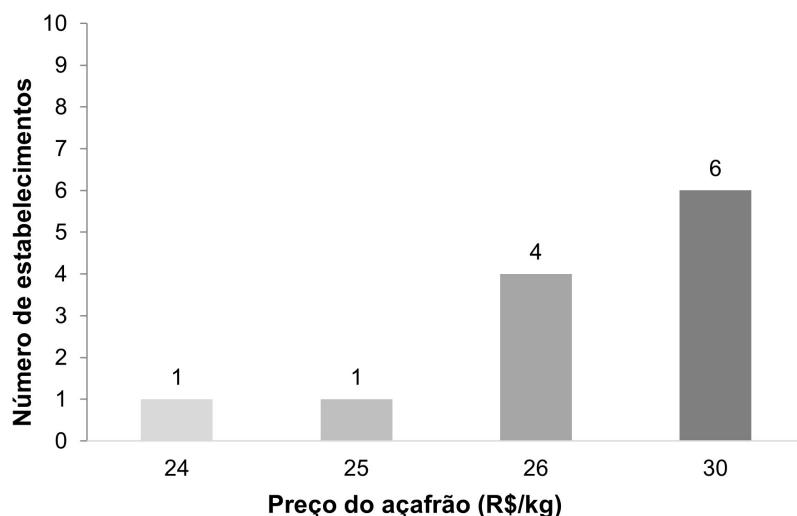


Figura 2. Valor praticado do açafrão-da-terra em pó nos estabelecimentos comerciais dos participantes da entrevista, em Cruzeiro do Sul, Acre.

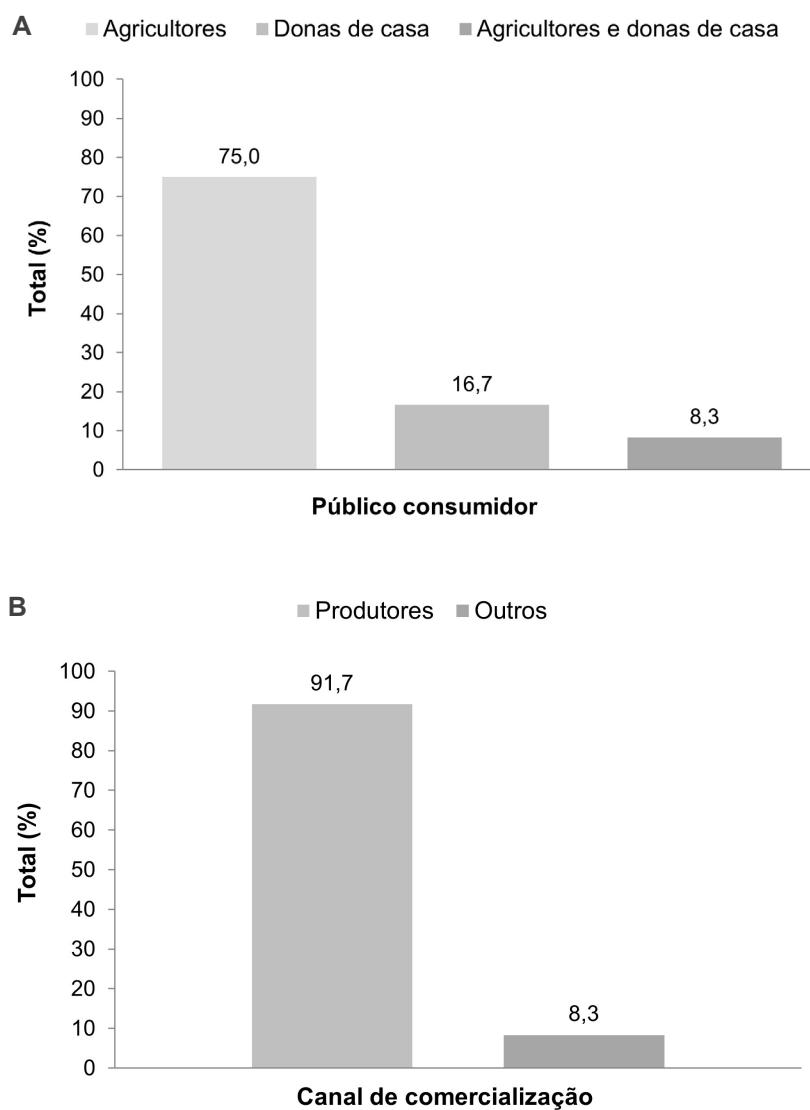


Figura 3. Público consumidor do açafrão-da-terra (A) e canais de comercialização nos estabelecimentos dos entrevistados, em Cruzeiro do Sul, Acre (B).

Tabela 1. Características do açafrão-da-terra que não é cultivado pelos próprios comerciantes, relacionadas ao processo de produção, número de fornecedores, qualidade do produto ofertado e eventuais problemas de comercialização, nos estabelecimentos comerciais de Cruzeiro do Sul, Acre.

Conhece o processo de produção do açafrão que comercializa	Possui apenas um fornecedor de açafrão	Verifica a qualidade do produto que comercializa	Teve problemas com a comercialização recentemente
0%	91,7%	33,3%	50%

Devido à sua escassez, aos riscos climáticos e às fortes tensões do mercado, as especiarias estão entre os alimentos mais vulneráveis à adulteração (Cérou, 2018), e a cúrcuma apresenta elevado número de registros de fraudes. Essas podem ocorrer pela troca ou adição de componentes (Moore et al., 2012), mistura de materiais de outras espécies vegetais semelhantes (Rodrigues et al., 2020), adição de amido ou outros contaminantes (Cérou, 2018; Melo et al., 2021), podendo até fazer parte como ingrediente fraudulento de outros condimentos (Pauli-Yamada et al., 2021). Essa facilidade de adulteração é ainda maior em produtos vendidos de maneira informal, como é o caso da cúrcuma (Silva Neto et al., 2020), pois, geralmente, é um produto manufaturado, comercializado em menor proporção e de forma caseira, como em feiras públicas locais, muitas vezes sem informações nutricionais ao consumidor em suas embalagens, em desacordo com as legislações (Almeida et al., 2017), como divergências com as informações na rotulagem ou valores acima do permitido pela legislação vigente. Além disso, a adulteração pode ocorrer por adição de materiais que trazem problemas à saúde do consumidor, como é o caso de corantes artificiais prejudiciais ao organismo humano, como a tartrazina. Assim, a Anvisa autoriza o uso da *Curcuma longa* em alimentos quando na forma de especiaria, desde que o padrão de identidade e qualidade permita o uso do produto (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2018), embora não esteja estabelecido um protocolo de fabricação para a farinha de mandioca amarela.

A averiguação da qualidade do açafrão em pó no comércio ocorre, principalmente, pela observação da oleosidade do produto e por sua coloração (Figura 4). A curcumina é o principal corante presente nos rizomas de *Curcuma longa*. Além de ser utilizada como corante e condimento, apresenta substâncias antioxidantes e antimicrobianas que lhe conferem a possibilidade de emprego nas áreas de cosméticos, têxtil, medicinal e de alimentos (Constant et al., 2002). Por ser natural, a cúrcuma está sendo mais utilizada em virtude da proibição do uso de alguns corantes sintéticos, como a tartrazina, antes muito utilizada na farinha de mandioca, que tem como desvantagem o risco de reações adversas ao homem (Cecílio Filho et al., 2000). Por isso, observar a coloração do açafrão, que não sofre nenhum tipo de tratamento pré-colheita, é um dos métodos empíricos utilizados para determinar a sua qualidade.

Nas Figuras 5A e 5B é possível observar que o tempo de armazenamento do açafrão em pó nos estabelecimentos comerciais varia de 13 a 730 dias, com média de 123 dias, e que a comercialização ocorre entre 7 e 24 meses após a produção, com uma média de 14 meses para sua venda.

É importante que esse tempo seja o menor possível, uma vez que o produto fica disposto em sacos plásticos transparentes e a luz é o agente que tem maior efeito na degradação da cor (Martins, 1993). Contudo, nenhum entrevistado informou observar clareamento do produto ao longo do armazenamento.

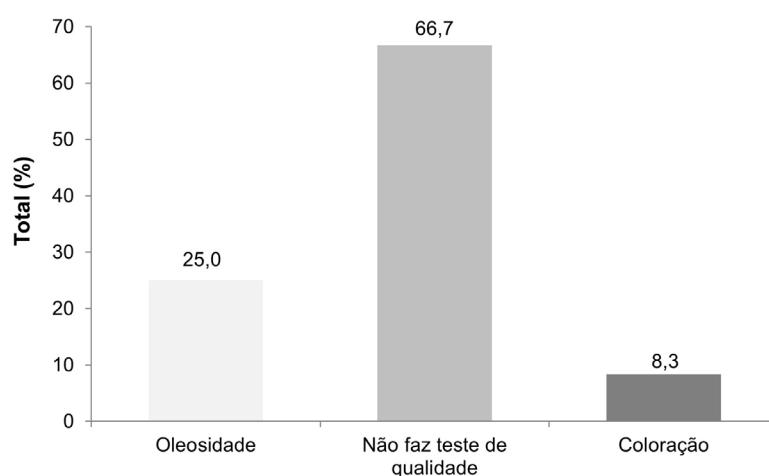


Figura 4. Avaliação da qualidade do açafrão-da-terra pelos comerciantes, nos estabelecimentos dos entrevistados no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

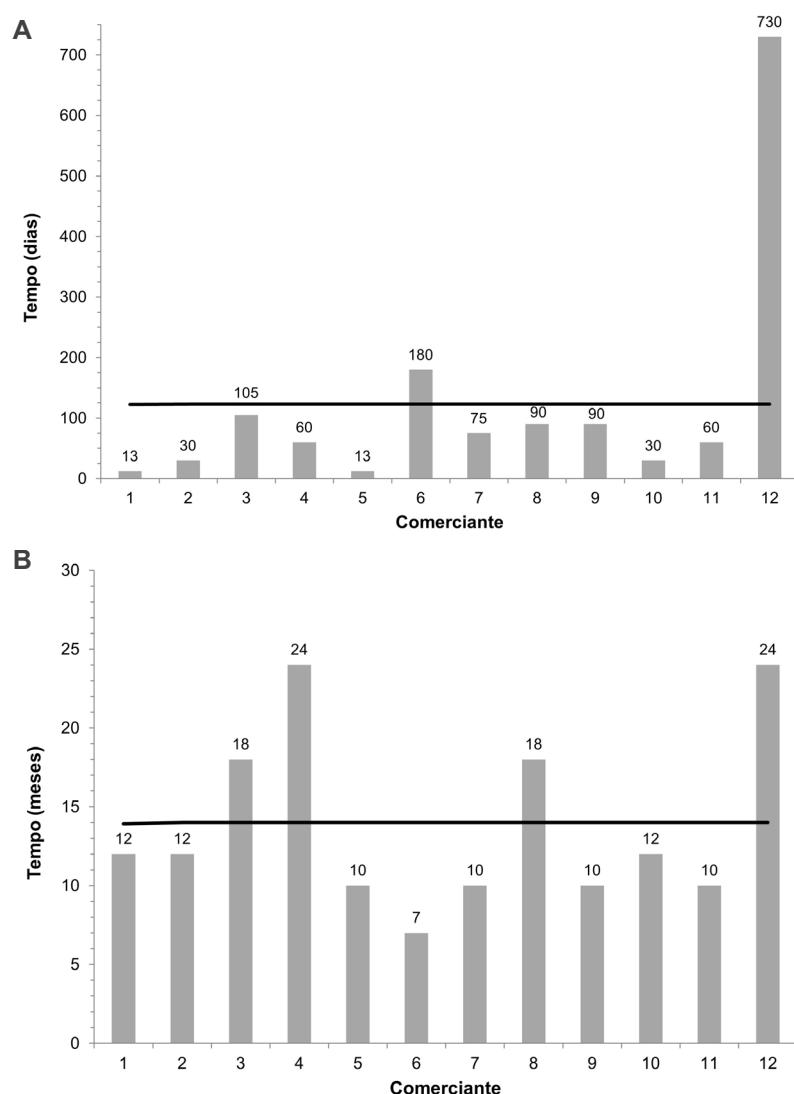


Figura 5. Tempo de armazenamento do açafrão-da-terra pelos comerciantes nos estabelecimentos dos entrevistados, da chegada da mercadoria até a comercialização (A), e tempo transcorrido entre a produção da matéria-prima e sua comercialização, em Cruzeiro do Sul, Acre (B).

Conclusões

São comercializados em média 808 kg/mês do açafrão-da-terra puro em pó em Cruzeiro do Sul, AC, sendo 75% adquiridos por agricultores.

A maioria dos estabelecimentos comercializa até 50 kg/mês, ao preço médio de R\$ 27,75/kg.

Todo açafrão-da-terra puro comercializado é produzido no estado de Goiás, proveniente praticamente de um mesmo fornecedor.

O controle de qualidade do produto, feito pela minoria dos comerciantes, ocorre praticamente pela textura e aspectos visuais, de forma empírica, sem qualquer parâmetro técnico.

O produto fica em média 4 meses na prateleira do estabelecimento até ser comercializado. Já o tempo desde a produção da matéria-prima até sua comercialização é em média 14 meses.

Agradecimento

Os autores agradecem aos produtores de farinha de Cruzeiro do Sul, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa Pibic e a Manoel Delson Campos Filho, pelo auxílio na coleta de informações.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Esclarecimentos sobre o uso de cúrcuma ou curcumina em farinha de mandioca**. Brasília, DF, 2018. (ANVISA. Nota técnica, 38).

ALMEIDA, J. M.; ALVES, T. C. O.; CARMO, A. S.; MARTINS, P. C. Avaliação da rotulagem em alimentos caseiros comercializados sem rótulos em mercado público de João Pessoa-PB. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, p. 1-7, 2017. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/5208>. Acesso em: 7 set. 2021.

CECÍLIO FILHO, A. B.; SOUZA, R. J.; BRAZ, L. T.; TAVARES, M. Cúrcuma: medicinal, condimentar e outros usos potenciais. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 171-175, mar. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000100028>.

CÉROU, M. 51% de fraudes détectées dans les épices. **Process alimentaire**, jun. 2018. <https://www.processalimentaire.com/qualite/51-de-fraudes-detectees-dans-les-epices-34361>. Acesso em: 7 set. 2021.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. **Boletim Cepa**, v. 20, n. 2, p. 203-220, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v20i2.1248>.

IBGE. **Censo Agropecuário 1995**: horticultura. Rio de Janeiro, 1995. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=1&i=P&e=l&c=524>. Acesso em: 10 set. 2021.

MARTINS, M. C. **Obtenção e avaliação de curcumina a partir de rizomas secos de cúrcuma (*Curcuma longa* L.)**. 1993. 194 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/255297/1/Martins_MariaCelia_M.pdf. Acesso em: 6 ago. 2021.

MELO, M. C. S.; RODRIGUES, P. L.; SILVA, V. C. M.; VILAR, M. S. A.; VILAR, D. A. Análise de adulteração da *Curcuma longa* L. em pó comercializada em Campina Grande – PB e Pocinhos – PB. **Research Society and Development**, v. 10, n. 7, e11010716233, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16233>.

MOORE, J. C.; SPINK, J.; LIPP, M. Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 4, p. 118-126, Apr. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02657.x>.

PAULI-YAMADA, L. F.; AQUINO, C. I.; SILVA, A. M.; MARCIANO, M. A. M.; MATTOS, E. C.; NOGUEIRA, M. D. Estudo microscópico de páprica (*Capsicum annuum* L.): detecção de fraudes e matérias estranhas. **Vigilância Sanitária em Debate**: Sociedade, Ciência & Tecnologia, v. 9, n. 1, p. 123-128, fev. 2021. Disponível em: <https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/1431>. Acesso em: 6 ago. 2021.

RODRIGUES, M. L.; AQUINO, C. I.; IHA, M. H.; PRADO, S. P. T. Pesquisa de matérias estranhas e adulterações em cúrcuma e noz-moscada comercializadas no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 7., 2020, Bento Gonçalves, RS. **Inovação com sustentabilidade**: anais eletrônicos. Bento Gonçalves: sbCTA-RS, 2020. 6 p. Disponível em: http://schenaautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_328.pdf. Acesso em: 7 set. 2020.

SILVA, F. A. C.; KLEIN, M. A.; FONTENELE, R. A. Contexto econômico e social da produção de farinha de mandioca na Regional do Juruá, Acre. In: SOUZA, J. M. L.; ÁLVARES, V. S.; NÓBREGA, M. S. (ed.). **Indicação geográfica da farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul, Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. p. 81-98. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1086119>. Acesso em: 7 set. 2020.

SILVA NETO, I. F.; LEITE, I. B.; AGUIAR, A. M. Análise bromatológica do teor sódio no condimento em pó açafrão (*Curcuma longa* L.). **Alimentos**: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, v. 1, n. 6, p. 173-183, 2020. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/alimentos/article/view/1627>. Acesso em: 7 set. 2020.

Estabilidade Física de Emulsões de Ricinoleato de Sódio Adicionado ao Óleo Essencial de *Piper aduncum* L., em Diferentes Concentrações

Natália da Silva Maisforte¹, Murilo Fazolin², Maria Érica Costa de Lima³ e André Fábio Medeiros Monteiro⁴

¹Graduanda em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

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

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

⁴Biólogo, mestre em Ecologia, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – Os adjuvantes são substâncias adicionadas a uma solução de pulverização para aumentar a eficácia do ingrediente ativo. Quando adicionados como emulsificantes, a estabilidade física pode indicar a mitigação da fitotoxicidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade da emulsão resultante da combinação do óleo essencial de *Piper aduncum* (Oepa), com diferentes concentrações de ricinoleato de sódio (RS), a fim de indicar aquela que possa mitigar os efeitos fitotóxicos causados pelo Oepa. Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Acre e o delineamento foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e quatro repetições. As combinações foram depositadas em frascos tampados em um volume de 10 mL e agitados uniformemente durante 1 minuto, utilizando o dinamizador (braço mecânico). Os frascos foram mantidos em suporte de arame em descanso na posição vertical. Os resultados indicaram que a proporção de 50% de RS na combinação em volume com Oepa foi a mais estável na pulverização de plantas, para mitigar o efeito da fitotoxicidade. O tempo para a formação do corpo de fundo das diferentes emulsões resultantes dessa combinação em concentrações de Oepa acima de 1% v v⁻¹ foi de 1 hora.

Termos para indexação: formulação, Piperaceae, *Ricinus communis*.

Introdução

Os adjuvantes são substâncias ou compostos sem propriedade fitossanitária, adicionados (exceto a água) em uma preparação agrícola, para aumentar a eficiência ou modificar determinadas propriedades da solução, visando facilitar a aplicação. Trata-se de um ingrediente que melhora as propriedades físicas de uma mistura. Esses adjuvantes podem desempenhar várias funções distintas nas diferentes combinações a que são submetidos (Kissmann, 1997).

Há uma tendência, nas formulações, segundo Agrow (2014) e Hill (2006), de serem utilizados adjuvantes organossiliconados devido à redução da toxicidade e do impacto ambiental e, principalmente, da dose do ingrediente ativo. Os agentes emulsivos (tensoativos) servem para estabilizar as emulsões possuindo a propriedade de diminuir a tensão interfacial entre o óleo e a água. Os tensoativos são substâncias que possuem em sua estrutura uma parte hidrofóbica e outra hidrofílica (Fracasso, 2010).

Para as emulsões podem ser considerados dois tipos de estabilidade: a física e a química, porém neste trabalho será considerada apenas a estabilidade física das emulsões, que consiste na propriedade que os produtos apresentam de reter de forma inalterada as características físicas após a sua produção (Sanctis, 1999).

Os emulsificantes são substâncias que promovem a suspensão de um líquido em outro. Esses produtos reduzem a tensão interfacial entre dois líquidos imiscíveis, proporcionando a formação de uma emulsão de um líquido em outro, como por exemplo, óleo em água por meio da combinação de grupos polares como apolares. Os emulsificantes também podem possuir atividade espalhante, adesiva e umectante (Vargas; Roman, 2006).

De acordo com Oliveira; Bleicher (2006), observa-se uma relação entre a estabilidade dos emulsificantes, ou seja, o tempo máximo de estabilidade das soluções atribuídas a eles, em função de uma concentração limite para cada um. Esse limite quando ultrapassado tende a decrescer a estabilidade da emulsão. Nesse caso, o acréscimo de emulsificantes representaria um prejuízo tanto econômico quanto para a estabilidade da emulsão.

Segundo Vieira et al. (2018), o ricinoleato de sódio (RS) é um emulsificante potencial para uso. Esse produto é fartamente disponível no comércio, não se acumula no ambiente e nos alimentos, sendo adequado nas formulações destinadas à produção de alimentos agroecológicos.

Este trabalho teve como objetivo determinar a estabilidade física de diferentes emulsões resultantes da combinação do óleo essencial de *Piper aduncum* L. (Piperaceae), Oepa, em concentrações acima de 1% v v⁻¹, com diferentes concentrações de ricinoleato de sódio, elegendo aquela que apresente maior estabilidade para uma etapa subsequente de avaliação da fitotoxicidade da emulsão.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre, município de Rio Branco, Acre, onde foi avaliada a estabilidade física de cinco diferentes concentrações de ricinoleato de sódio, que é um produto comercial, combinadas com o óleo essencial de *P. aduncum*.

O ricinoleato de sódio ($C_{18}H_{33}NaO_3$) foi adquirido diretamente da Distribuidora Industrial Paranaense Ltda. – Dipa Química. Esse produto químico é um tensoativo aniónico obtido pela reação do ácido ricinoleico com o hidróxido de sódio, quando puro. Pode ser produzido também por meio da reação do óleo de mamona com o hidróxido de sódio ou o carbonato de sódio, com uso do etanol como catalisador, por reação de saponificação, com posterior separação da glicerina formada. O ricinoleato de sódio é um líquido viscoso, de coloração castanha e com odor característico. É amplamente utilizado na fabricação de desinfetantes domésticos e industriais, especialmente como emulsionante e surfactante para formulações que contenham óleo essencial de pinho. É empregado como agente ativo em sabões transparentes e na produção de ricinoleatos metálicos atua como agente estabilizador para polioximetileno (Dipa Química).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada ensaio consistiu na emulsão de cinco concentrações (75%, 50%, 25%, 12,5% e 6,25% v v⁻¹) de ricinoleato de sódio, adicionado a cinco concentrações de Oepa (1,0%, 1,5%, 1,8%, 2,0% e 3,0% v v⁻¹), destilado em 2019 e armazenado a 25,0 ± 1 °C. As combinações foram depositadas em frascos tampados em um volume de 10 mL e agitados uniformemente durante 1 minuto, utilizando o dinamizador (braço mecânico AUTIC-DENISE 10-50).

Os frascos foram mantidos em suporte de arame em descanso na posição vertical. Após agitação foram realizadas verificações periódicas (tempo após a agitação: 1, 1:30, 2, 6, 12, 24 e 48 horas), a fim de detectar a separação visível de fases e/ou formação de precipitados. Decorridas 4 horas de experimentação, uma repetição de cada tratamento foi submetida a uma segunda agitação

mecânica. Depois de 1 hora e 30 minutos foram novamente avaliadas a separação visível de fases e/ou a formação de precipitados em intervalos de 4, 5, 12 e 24 horas.

O experimento foi desenvolvido em ambiente com luz artificial e temperatura de $22^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, desligando-se a iluminação no período noturno. As observações geraram um relatório descritivo sem mensuração quantitativa das variáveis relativas à separação visível de fases e/ou formação de precipitados. Diante disso, foi necessário observar um número mínimo de quatro repetições e os tratamentos e essas repetições deveriam estar distribuídos de forma aleatória. Foi escolhida a instalação que por definição é o DIC.

Resultados e discussão

Após 1 hora da montagem, todos os tratamentos apresentaram corpo de fundo. Inicialmente com aparência cremosa clara e de volume crescente, proporcional à concentração de óleo na emulsão e pequenas gotas sobrenadantes de óleo. Considerando-se que o Oepa é mais denso que a água, esse depósito deveria estar localizado no fundo do tubo. Esse quadro não foi modificado após 48 horas de observação.

A partir da segunda hora nos tratamentos contendo 12,5% e 6,25% de RS ocorreu um depósito de “bolhas amareladas”, aparentemente de óleo, no meio da massa cremosa. Ao final de 24 horas a massa cremosa praticamente desapareceu dando lugar a uma gota grande de óleo nesse mesmo intervalo de concentrações do ricinoleato de sódio.

Quatro horas após a agitação, uma repetição de cada tratamento foi submetida a uma segunda agitação mecânica durante 1 minuto.

Depois de 1 hora e 30 minutos observou-se uma turbidez gradativa em função do aumento da concentração de Oepa na emulsão entre os tratamentos, nos intervalos entre 5,25% e 25% de RS. Após 24 horas da segunda agitação corpos de fundo semelhantes foram observados em todos os tratamentos, indicando não haver emulsificação adicional.

Considerando as concentrações de Oepa de 1,5% e 1,8% como as de maior probabilidade de serem utilizadas como inseticidas (menor quantidade compatível com volume de calda a ser usado no campo em 300 L de calda), a combinação com 50% de ricinoleato (Figura 1) se apresentou como a mais fisicamente estável, uma vez que após 48 horas do período experimental a massa cremosa do fundo não sofreu alterações quanto à formação de bolhas de óleo. Mesmo após a segunda agitação tal cenário não foi alterado.

Esses resultados indicaram que as proporções que utilizam, na combinação com Oepa, 50% de ricinoleato de sódio, seriam teoricamente mais adequadas para a pulverização de plantas a fim de mitigar o efeito da fitotoxicidade. Trabalho semelhante foi realizado por Oliveira; Bleicher (2006), quando essa proporção foi associada aos resultados de estabilidade do óleo de algodão, sendo observada a estabilidade física das concentrações associada à homogeneidade das combinações.

Diante disso, observa-se que o tempo máximo de deposição vai depender de uma concentração limite para cada concentração do emulsificante. Em uma emulsão, uma fase líquida (descontínua ou interna) é estabilizada em outra fase líquida (contínua ou externa) pela ação do emulsionante (Oliveira; Bleicher, 2006; Franzol; Rezende, 2015).

Partindo-se do princípio de que os agentes emulsivos (tensoativos) servem para estabilizar as emulsões, possuindo a propriedade de diminuir a tensão interfacial entre o óleo e a água, o efeito

do ricinoleato de sódio não seguiu essa tendência quando associado em menores concentrações ao Oepa, o que pode ser observado nos tratamentos entre 12,5% e 6,25% de RS, quando ocorreu a transformação da massa cremosa em gota de óleo depositada.

Há fatores que afetam a estabilidade das emulsões, sendo assim, uma emulsão é considerada fisicamente instável se a fase interna ou dispersa tender a formar agregados de gotículas, os quais podem vir a formar uma camada concentrada de fase interna, ou ainda quando todo ou parte do líquido da fase interna se separar e formar uma camada distinta na superfície ou no fundo do recipiente (Allen Junior et al., 2007).

Foto: Murilo Fazolin



Figura 1. Ricinoleato a 50% v/v emulsificando óleo essencial de *Piper aduncum* (Oepa) a 1%, 1,5%, 1,8%, 2% e 3% v/v (sequência da esquerda para a direita), após 1 hora do processo de agitação.

Não foi detectado na literatura nenhum trabalho similar se propondo a desenvolver uma metodologia visando selecionar emulsificantes para óleos revelando suas proporcionalidades relativas. Essas informações provavelmente são restritas às empresas formuladoras de agroquímicos, que não são obrigadas a revelá-las. Segundo Oliveira; Bleicher (2006), essa metodologia utilizada se mostrou adequada e de rápida e fácil aplicação para selecionar emulsificantes para o óleo de algodão, nada impedindo que possa ser utilizada em outros óleos, incluindo-se os essenciais, além de proporcionar o conhecimento do tempo de estabilidade dessas emulsões. Hill (1983) reforça essa afirmativa quando adverte que é de suma importância que as emulsões sejam estáveis o bastante para serem aplicadas em condições de campo, tendo uma solução uniforme e concentração conhecida.

Conclusão

O tempo para a formação do corpo de fundo de diferentes emulsões resultantes da combinação do Oepa, em concentrações acima de 1% v/v com diferentes concentrações de ricinoleato de sódio é de 1 hora. A concentração de 50% do RS v/v em relação as cinco concentrações de Oepa (1,0%, 1,5%, 1,8%, 2,0% e 3,0% v/v) apresentou maior estabilidade física. Por esse critério de seleção, essas combinações apresentam potencial de mitigarem o efeito fitotóxico do óleo essencial de *P. aduncum* quando utilizado como inseticida.

Agradecimento

Os autores agradecem aos colaboradores do Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica a primeira autora e a Embrapa Acre pela infraestrutura física para condução dos experimentos.

Referências

- AGROW. **Agra-net**. 2014. Disponível em: <https://agra-net.net/agrow/>. Acesso em: 28 set. 2021.
- ALLEN JUNIOR, L. V.; ANSEL, H. C.; POPOVICH, N. G. **Formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 776 p.
- FRACASSO, A. B. **Análise sensorial de emulsão com óleo de oliva**. 2010. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, Assis.
- FRANZOL, A.; REZENDE, M. C. Estabilidade de emulsões: um estudo de caso envolvendo emulsionantes aniónico, catiônico e não-iônico. **Polímeros**, v. 25, p. 1-9, dez. 2015. Número especial. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-1428.1669>.
- HILL, D. S. **Agricultural insect pests of the tropics and their control**. New York: Cambridge University Press, 1983. 746 p.
- HILL, R. M. **Contribution from David Stock of Syngenta, Jealott's Hill, UK and Executive Committee Member of the ISAA**: Agrow 2006. London: Informa UK, 2006. p. 114-115.
- KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Palestras e mesas redondas...** Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 61-77.
- OLIVEIRA, J. N.; BLEICHER, E. Surfactants selection for cotton oil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 171-176, nov. 2006.
- SANCTIS, D. S. Emulsões para uso externo. **Revista Racine**, n. 53, p. 53-62, nov./dez. 1999.
- VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 56). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/852510>. Acesso em: 28 set. 2021.

VIEIRA, L.; ROEL, A. R.; OLIVEIRA, J. B. de; MOTTI, P. R.; PORTO, K. R. de A. Efeito do ricinoleato de sódio sobre a biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lep.: Noctuidae) em dieta artificial. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, dez. 2018. Edição dos anais do AGROECOL.

Avaliação do Grau de Fitotoxicidade de Emulsões de Ricinoleato de Sódio com o Óleo Essencial de *Piper aduncum* L. (Piperaceae), em Plântulas de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae)

Maria Érica Costa de Lima¹, Murilo Fazolin², Natália da Silva Maisforte³ e André Fábio Medeiros Monteiro⁴

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

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

³Graduanda em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre,
Rio Branco, AC.

⁴Biólogo, mestre em Ecologia, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O óleo essencial de *Piper aduncum* L. (Oepa) é composto majoritariamente por dilapiol. No entanto, para utilização prática, o Oepa tem apresentado efeitos fitotóxicos quando aplicado nas brotações de plantas de laranja. O ricinoleato de sódio, um subproduto da mamona *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) utilizado frequentemente como emulsificante para produtos domissanitários, tem sido avaliado em combinação com óleos vegetais para controle de pragas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito fitotóxico para plântulas de feijão cultivar Carioca da emulsão resultante da combinação do Oepa, em concentrações acima de 1% v/v⁻¹, com a concentração fisicamente estável de ricinoleato de sódio (RS). Foi determinado o grau de severidade das lesões foliares causadas pelas diferentes emulsões consideradas. Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Acre e o delineamento estatístico foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições. As aplicações foram realizadas nas horas mais quentes do dia (entre 11h e 13h) para maximizar a possibilidade de ocorrência de fitotoxicidade. Todas as combinações apresentaram grau de fitotoxicidade elevado, desde necrose generalizada, folhas com pontos necróticos e folhas com necrose seca dos tecidos, tornando-se murchas e quebradiças.

Termos para indexação: emulsificante, inseticida, óleo essencial.

Introdução

A aplicação indiscriminada de inseticidas tem gerado grandes problemas, como a destruição de insetos úteis (polinizadores e inimigos naturais das pragas), ressurgência de pragas, surgimento de pragas secundárias, intoxicações humanas (de aplicadores de inseticidas e de consumidores de alimentos contaminados) de forma aguda ou crônica, contaminação ambiental e de alimentos e seleção de pragas resistentes (Vendramim, 1997).

Uma forma de amenizar o uso dos agrotóxicos é substituí-los totalmente ou em parte por compostos naturais, encontrados em plantas (e. g. óleos essenciais), que são misturas complexas de substâncias voláteis, caracterizados por um forte odor e sintetizados via metabolismo secundário das plantas (Andrade et al., 2012). Apresentam, ainda, um fator ecológico, devido a sua alta volatilidade, não se acumulam em solos nem em águas subterrâneas e muitos estudos mostram sua ação fungicida, bactericida e inseticida (Dhima et al., 2010). Os principais constituintes dos óleos essenciais são os fenilpropanoides e terpenoides (Andrade et al., 2012).

O óleo essencial de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) (Oepa) apresenta um excelente rendimento (2,5% a 3,5%) e é rico em dilapiol (31,5% a 91,1%). A interferência enzimática do dilapiol sobre capacidade de destoxificação dos insetos pode explicar o efeito inseticida do óleo ou mesmo do extrato de *P. aduncum*, já documentado em diversos trabalhos, quando utilizado para o controle

de vários artrópodes tais como: *Ostrinia nubilalis* Hübner, 1796 (Lepidoptera: Crambidae) (Bernard et al., 1990; 1995); *Aedes atropalpus* (Coquillett, 1902) (Diptera: Culicidae) (Bernard et al., 1995); *Cerotoma tingomarianus* Bechyné, 1951 (Coleoptera: Chrysomelidae) (Fazolin et al., 2005); *Sitophilus zeamais* Motschulsky & V.de, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) (Estrela et al., 2006); *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) (Fazolin et al., 2007); *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae) (Silva et al., 2007); *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) (Castro et al., 2009); *Solenopsis saevissima* F. Smith, 1855 (Hymenoptera: Formicidae) (Souto et al., 2011); e *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Psyllidae), vetor do huanglongbing (HLB) em citros (Volpe et al., 2015).

No entanto, para utilização prática, o Oepa tem apresentado efeitos fitotóxicos principalmente nas brotações de plantas de laranja (Volpe et al., 2015). Devido à ação dos óleos serem primariamente de contato, há necessidade de reaplicação, e a maximização de sua eficiência depende de uma boa cobertura sobre a superfície foliar. No entanto, deve ser observada a possibilidade da ocorrência de fitotoxicidade para algumas culturas (Fenigstein et al., 2001).

O ricinoleato de sódio (RS) é um subproduto da mamona *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) utilizado frequentemente como emulsificante para produtos domissanitários e em combinação com óleos vegetais para o controle de pragas (Oliveira; Bleicher, 2006). A partir dessas informações, considera-se que o RS não apresenta efeito fitotóxico quando utilizado no controle de pragas. No entanto, Hill (1983) ressalta que é de suma importância que as emulsões sejam estáveis o suficiente para aplicação em campo, apresentando uma diluição uniforme e concentração conhecida. Assim, o ricinoleato de sódio pode ser considerado um adjuvante promissor para a emulsificação do Oepa, com a finalidade de mitigar o efeito fitotóxico causado na sua utilização para o controle de pragas.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito fitotóxico para plântulas de feijão pulverizadas com emulsões fisicamente estáveis resultantes da combinação do Oepa, em concentrações acima de 1% v v⁻¹, com diferentes concentrações de ricinoleato de sódio e determinar o grau de severidade das lesões foliares causadas pelos diferentes tratamentos.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Acre, localizada no município de Rio Branco, Acre. Foram avaliados efeitos fitotóxicos das concentrações a 0,5%, 0,75%, 0,9%, 1,0% e 1,5% de ricinoleato de sódio (RS) combinadas com as concentrações a 1,0%, 1,5%, 1,8%, 2,0% e 3,0% v v⁻¹ do óleo de *P. aduncum* (Oepa).

O ricinoleato de sódio ($C_{18}H_{33}NaO_3$) foi adquirido diretamente da distribuidora industrial paranaense Ltda. – Dipa Química. Para a obtenção do Oepa, plantas adultas de *P. aduncum* foram coletadas em área de produção da Embrapa Acre (10°1'30"S, 67°42'18"O), cortadas a 0,4 m do solo, separando-se somente as folhas e ramos finos para processamento e secagem. O óleo essencial foi obtido em um extrator, utilizando o princípio de arraste de vapor em um sistema de caldeira aquecida a diesel, adaptada de Pimentel e Silva (2000). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada tratamento consistiu na emulsão da concentração estável do ricinoleato de sódio adicionado as cinco concentrações de Oepa (1,0%, 1,5%, 1,8%, 2,0% e 3,0% v v⁻¹), comparado entre si e com uma testemunha (pulverização de água somente).

Foram utilizadas cinco bandejas da Nutriplan, cada uma contendo 200 células, que foram preenchidas com substrato vermiculita. As sementes de feijão, *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae),

utilizadas para a semeadura após o teste de germinação positivo (acima de 80%), foram da cultivar Carioca adquiridas no comércio local. As plantas foram mantidas durante todo o ensaio em casa de vegetação e o desenvolvimento foi acompanhado diariamente (Figuras 1A e 1B). No momento em que se constatou a presença de dois pares de folhas definitivas, as plantas sofreram o desbaste de folhas, realizando-se a seguir as pulverizações de cada um dos cinco tratamentos. Para que não houvesse o efeito de deriva durante a pulverização de cada bandeja, os tratamentos foram separados no momento da pulverização. A aplicação dos tratamentos foi realizada utilizando pulverizadores manuais tipo borrifadores, com capacidade de 500 mL.



A



B

Figura 1. Plântulas de feijão antes da aplicação de concentrações de óleo essencial de *Piper aduncum* + ricinoleato de sódio (A) e aspecto de plântulas de feijão após 1 dia de aplicação, apresentando sinais de fitotoxicidade (B).

Fotos: Maria Érica Costa de Lima

As aplicações foram realizadas nas horas mais quentes do dia (entre 11h e 13h) para maximizar a possibilidade de ocorrência de fitotoxicidade. A pulverização de cada tratamento ocorreu até o escorrimento da calda sobre a folha, evitando que o excesso de calda aplicada se depositasse nas bordas e nas pontas, contribuindo para um possível erro durante as avaliações. Para tanto, as folhas das plântulas foram levemente agitadas após a pulverização. As avaliações da fitotoxicidade foram realizadas a cada 24 horas, por um período de 7 dias consecutivos. Nesse intervalo de tempo foram atribuídas notas de danos para cada planta submetida aos diferentes tratamentos adotando-se o seguinte critério: nota 0 = nº de folhas sem alteração de cor; nota 1 = nº de folhas apresentando leve alteração na cor (clorose); nota 2 = nº de folhas apresentando pontos necróticos; nota 3 = nº de folhas apresentando necrose generalizada; nota 4 = nº de folhas apresentando necrose e seca dos tecidos, tornando-os quebradiços (Oliveira; Bleicher, 2006). Os dados de cada tratamento (concentração de Oepa) foram submetidos à análise de regressão (SAS Institute, 2001), selecionando-se a curva de concentração de Oepa que apresentou menores índices de fitotoxicidade (número médio de folhas com notas 0 e 1) em função do tempo de avaliação (7 dias).

Resultados e discussão

Todas as combinações apresentaram grau de fitotoxicidade elevado, desde necrose generalizada, folhas com pontos necróticos e folhas com necrose seca dos tecidos, tornando-se murchas e quebradiças. Na Figura 1B, pode-se observar o grau de severidade resultante da aplicação das diferentes combinações de ricinoleato + Oepa. Pode-se considerar que o efeito fitotóxico ocorreu em 100% das plantas, ou seja, todas as plantas de feijão apresentaram folhas queimadas, independentemente do tratamento considerado, quando comparado à testemunha.

Os resultados obtidos confirmaram que o óleo essencial de *P. aduncum* apresenta efeitos fitotóxicos à planta do feijão. Essa fitotoxicidade pode estar relacionada com a presença de alguns sesquiterpenos na composição do óleo essencial, descritos como causadores de fitotoxicidade, ou até mesmo na possível interação sinérgica ou aditiva com os arilpropanoides também presentes na composição. Sendo assim, torna-se necessário realizar avaliações sobre a fitotoxicidade dos arilpropanoides, para que sejam determinados os efeitos das interações negativas desses compostos com as plantas tratadas, principalmente aquelas que apresentam folhas mais tenras, ou brotações.

Na literatura é possível encontrar resultados de pesquisas que tratam sobre a atividade fitotóxica dos monoterpenos hidrocarbonados e oxigenados (Bouajaj et al., 2014). Os monoterpenos dos óleos essenciais apresentam efeitos fitotóxicos que podem causar alterações anatômicas e fisiológicas nas mudas das plantas levando ao acúmulo de glóbulos lipídicos no citoplasma, redução em algumas organelas como as mitocôndrias, possivelmente devido à inibição da síntese de DNA ou rompimento das membranas ao redor das mitocôndrias e núcleos (Bouajaj et al., 2014).

Pode-se destacar o provável efeito negativo principalmente dos monoterpenos hidrocarbonados: α-pineno, β-pineno, limoneno, p-cimeno e sabineno; assim como dos monoterpenos oxigenados: linalol, cânfora e Terpinen-4-ol. Apesar de serem minoritários na composição do Oepa, os monoterpenos podem estar atuando de forma sinérgica (Pavela, 2015) potencializando assim a fitotoxicidade causada pelo Oepa. Tal hipótese encontra respaldo pelo fato de se tratarem de compostos que, de uma maneira geral, apresentam efeitos fitotóxicos em diferentes estruturas nas plantas, desde a semente e sua germinação, crescimento e desenvolvimento de mudas, podendo

interferir negativamente no desenvolvimento das raízes (Abrahim et al., 2000; Singh et al., 2002; Mancini et al., 2009; Andrianjafinandrasana et al., 2013; Grichi et al., 2016; Zhou et al., 2019).

Outros compostos presentes no Oepa que poderiam estar associados à sua fitotoxicidade podem ser os sesquiterpenos hidrocarbonados (13,2%) e oxigenados (1,8%), considerados como majoritários por apresentarem teor acima de 10% na composição do óleo. Os sesquiterpenos oxigenados presentes no Oepa (nerolidol, ledol, viridiflorol, óxido de cariofileno e humuleno) são relatados na literatura como fitotóxicos, principalmente na germinação de sementes, crescimento de mudas e folhas de *Chenopodium murale* L., 1753 (Abd-Elgawad et al., 2019) e também no desenvolvimento das raízes de *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh, 1842 (Landi et al., 2020), enquanto a fitotoxicidade dos sesquiterpenos hidrocarbonados, cadinene e β-cariofileno pode alterar o crescimento de mudas, causando queimaduras nas folhas de videiras da cultivar Pinot Noir ENTAV (Lazazzara et al., 2018).

Quanto aos arilpropanoides, embora não tenha sido possível recuperar informações na literatura, por se tratarem de compostos majoritários na composição do Oepa (80,4%), talvez possam apresentar efeito fitotóxico à semelhança dos terpenoides, quando em contato com as folhas de feijão. Sob esse aspecto, considera-se inócuas a sua combinação com o ricinoleato de sódio, confirmando os resultados obtidos por Braga Sobrinho et al. (2012) quando avaliaram o efeito fitotóxico do Oepa para plantas de meloeiro.

Portanto, para minimizar os problemas causados pela fitotoxicidade do Oepa é necessário o desenvolvimento de novas formulações para as concentrações que apresentem efeito inseticida. Rao et al. (2021) sugerem formulações à base de suspensão das cápsulas (CS) sintetizadas usando o processo de microencapsulação que, segundo os autores, ajudaria a minimizar os efeitos de fitotoxicidade às plantas. Para a proteção vegetal, as formulações de microcápsulas de pesticidas têm uma vantagem sobre as formulações convencionais, pois não só eliminam efetivamente a fitotoxicidade, mas também reduzem a degradação, diminuem a toxicidade dérmica e reduzem a poluição ambiental (Singh et al., 2010).

Porém, na falta de opções de nanoformulações, a alternativa seria a continuidade da utilização dos emulsificantes, explorando novas concentrações e proporções para novas formulações, pois o ricinoleato de sódio, por ser um emulsificante para produtos domissanitários, tem sido avaliado com sucesso em combinação com óleos vegetais para controle de pragas (Oliveira; Bleicher, 2006). Além disso, é um produto que apresenta baixo custo quando comparado a outros emulsificantes, aliado à facilidade para sua aquisição (Vieira et al., 2018).

Conclusões

As concentrações de 0,5%, 0,75%, 0,9%, 1,0% e 1,5% de ricinoleato de sódio (RS), combinadas com as concentrações do óleo essencial de *P. aduncum* (Oepa) a 1,0%, 1,5%, 1,8%, 2,0% e 3,0% v/v⁻¹, causaram efeito fitotóxico em 100% das plântulas de feijoeiro. Todas as combinações apresentaram grau de fitotoxicidade elevado, necrose generalizada, folhas com pontos necróticos e folhas com necrose seca dos tecidos. Assim, a estabilidade física do ricinoleato de sódio não serviu como referência para a produção de formulações com o Oepa com vistas à mitigação da fitotoxicidade das plantas tratadas.

Agradecimento

Os autores agradecem aos colaboradores do Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica e a Embrapa Acre pela infraestrutura física para condução dos experimentos.

Referências

- ABRAHIM, D.; BRAGUINI, W. L.; KELMER-BRACHT, A. M.; ISHII-IWAMOTO, E. L. Effects of four monoterpenes on germination, primary root growth, and mitochondrial respiration of maize. *Journal of Chemical Ecology*, v. 26, n. 3, p. 611-624, Mar. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1005467903297>.
- ABD-ELGAWAD, A. M.; ELSHAMY, A. I.; AL-ROWAILY, S. L.; EL-AMIER, Y. A. Habitat affects the chemical profile, allelopathy, and antioxidant properties of essential oils and phenolic enriched extracts of the invasive plant *Heliotropium curassavicum*. *Plants*, v. 8, n. 11, p. 482, Nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants8110482>.
- ANDRADE, M. A.; CARDOSO, M. D. G.; BATISTA, L. R.; MALLET, A. C. T.; MACHADO, S. M. F. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 399-408, jun. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000200025>.
- ANDRIANJAFINANDRASANA, S. N.; ANDRIANOELISOA, H. S.; JEANSON, M. L.; RATSIMIALA RAMONTA, I.; DANTHU, P. Allelopathic effects of volatile compounds of essential oil from *Ravensara aromatica* Sonnerat chemotypes. *Allelopathy Journal*, v. 31, n. 2, p. 333-344, Feb. 2013.
- BERNARD, C. B.; ARNASON, J. T.; PHILOGÈNE, B. J. R.; LAM, J.; WADDEL, T. *In vivo* effect of mixtures of allelochemicals in the life cycle of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 57, n. 1, p. 17-22, Oct. 1990. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1990.tb01411.x>.
- BERNARD, C. B.; KRISHNAMURTY, H. G.; CHAURET, D.; DURST, T.; PHILOGENE, B. J. R.; SANCHEZ-VINDAS, P.; HASBUN, C.; POVEDA, L.; SAN ROMAN, L.; ARNASON, J. T. Insecticidal defenses of Piperaceae from the neotropics. *Journal of Chemical Ecology*, v. 21, n. 6, p. 801-814, June 1995. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf02033462>.
- BOUAJAJ, S.; ROMANE, A.; BENYAMNA, A.; AMRI, I.; HANANA, M.; HAMROUNI, L.; ROMDHANE, M. Essential oil composition, phytotoxic and antifungal activities of *Ruta chalepensis* L. leaves from High Atlas Mountains (Morocco). *Natural Product Research*, v. 28, n. 21, p. 1910-1914, Aug. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.945085>.
- BRAGA SOBRINHO, R.; MESQUITA, A.; MOTA, M.; PIMENTEL, F.; de ARAÚJO, K. L. B.; GUIMARAES, J.; DIAS, N. D. S. **Avaliação de fitotoxicidade de óleos essenciais de plantas ao meloeiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. 12 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 71). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/951827>. Acesso em: 15 maio 2021.
- CASTRO, R. S.; PENA, M. R.; SILVA, N. M.; VENDRAMIM, J. D.; COSTA, I. B. Atividade ovicida de extratos aquosos de folhas de *Piper aduncum* L. sobre a mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Aleyrodidae) em condições de laboratório. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 61., 2009, Manaus. **Anais...** Manaus: SBPC, 2009.
- DHIMA, K.; VASILAKOGLOU, I.; GARANE, V.; RITZOULIS, C.; LIANOPOULOU, V.; PANOU-PHILOTHEOU, E. Competitiveness and essential oil phytotoxicity of seven annual aromatic plants. *Weed Science*, v. 58, n. 4, p. 457-465, Dec. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1614/WS-D-10-00031.1>.

ESTRELA, J. L. V.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALERCIO, M. R.; de LIMA, M. S. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 217-222, fev. 2006. DOI: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/504465>.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; LIMA, M. S.; ALÉCIO, M. R. Toxicidade do óleo de *Piper aduncum* L. a adultos de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 3, p. 485-489, June 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000300018>.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALECIO, M. R.; LIMA, M. S. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C.DC., *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 113-120, fev. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000100017>.

FENIGSTEIN, A.; ELIYAHU, M.; GAN-MOR, S.; VEIEROV, D. Effects of five vegetable oils on the *sweetpotato whitefly*, *Bemisia tabaci*. **Phytoparasitica**, v. 29, n. 3, p. 197-206, June 2001. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02983451>.

GRICHI, A.; NASR, Z.; KHOUJA, M. L. Phytotoxic effects of essential oil from *Eucalyptus lehmanii* against weeds and its possible use as a bioherbicide. **Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences**, v. 5, p. 17-23, Jan. 2016. Disponível em: https://www.jnsciences.org/index.php?option=com_attachments&task=download&id=207. Acesso em: 15 maio 2021.

HILL, D. S. **Agricultural insect pests of the tropics and their control**. New York: Cambridge University Press, 1983. 746 p.

LANDI, M.; MISRA, B. B.; MUTO, A.; BRUNO, L.; ARANITI, F. Phytotoxicity, morphological, and metabolic effects of the sesquiterpenoid nerolidol on *Arabidopsis thaliana* seedling roots. **Plants**, v. 9, n. 10, 1347, Oct. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9101347>.

LAZZARA, V.; BUESCHL, C.; PARICH, A.; PERTOT, I.; SCHUHMACHER, R.; PERAZZOLLI, M. Downy mildew symptoms on grapevines can be reduced by volatile organic compounds of resistant genotypes. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, 1618, Jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19776-2>.

MANCINI, E.; ARNOLD, N. A.; DE MARTINO, L.; DE FEO, V.; FORMISANO, C.; RIGANO, D.; SENATORE, F. Chemical composition and phytotoxic effects of essential oils of *Salvia hierosolymitana* Boiss and *Salvia multicaulis* Vahl. var. *simplicifolia* Boiss. growing wild in Lebanon. **Molecules**, v. 14, n. 11, p. 4725-4736, Nov. 2009. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules14114725>.

OLIVEIRA, J. N., BLEICHER, E. Seleção de emulsificantes para óleo de algodão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 171-176, dez. 2006.

PAVELA, R. Acute toxicity and synergistic and antagonistic effects of the aromatic compounds of some essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say larvae. **Parasitology Research**, v. 114, p. 3835-3853, July 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4614-9>.

PIMENTEL, F. A.; SILVA, M. R. da. **Recomendações sobre processo de destilação comercial de biomassa triturada de pimenta longa (*Piper hispidinervum*)**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 3 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 123). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/492672>. Acesso em: 10 maio 2021.

RAO, J.; CHANDRANI, A. N.; POWAR, A.; CHANDRA, S. Release behavior of oxyfluorfen polyurea capsules prepared using PVA and kraft lignin as emulsifying agents and phytotoxicity study on paddy. **Green Chemistry Letters and Reviews**, v. 14, n. 2, p. 203-219, Mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/17518253.2021.1897690>.

SAS Institute. **User's guide:** statistics. Version 8.2. 6. 3d. Cary NC, 2001. 95 p.

SILVA, W. C.; RIBEIRO, J. D.; SOUZA, H. E. M.; CORRÊA, R. de. S. Atividade inseticida de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae), praga de importância econômica no Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 2, p. 293-298, jun. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000200017>.

SINGH, H. P.; BATISH, D. R.; KAUR, S.; RAMEZANI, H.; KOHLI, R. K. Comparative phytotoxicity of four monoterpenes against *Cassia occidentalis*. **Annals of Applied Biology**, v. 141, n. 2, p. 111-116, Jan. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2002.tb00202.x>.

SINGH, B.; SHARMA, D. K.; KUMAR, R.; GUPTA, A. Development of a new controlled pesticide delivery system based on neem leaf powder. **Journal of Hazardous Materials**, v. 177, n. 1-3, p. 290-299, May 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.12.031>.

SOUTO, R. N. P.; HARADA A. Y.; MAIA, J. G. S. Estudos preliminares da atividade inseticida de óleos essenciais de espécies de *Piper* Lineus (Piperaceae) em operárias de *Solenopsis saevissima* F. Smith (Hymenoptera: Formicidae), em laboratório. **Biota Amazônia**, v. 1, n. 1, p. 42-48, mar. 2011. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v1n1p42-48>.

VIEIRA, L.; ROEL, A. R.; DE OLIVEIRA, J. B.; MOTTI, P. R., DE ANDRADE, K. R. Efeito do Ricinoleato de sódio sobre a biologia de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lep.: Noctuidae) em dieta artificial. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 1-9, dez. 2018. Edição do AGROECOL.

VENDRAMIM, J. D. Use of insecticide plants in pest control. In: CYCLE OF LECTURES ON ORGANIC AGRICULTURE, 2., 1997, São Paulo. **Lectures...** Campinas: Fundação Cargill, 1997. p. 64-69.

VOLPE, H. X. L.; FAZOLIN, M.; GARCIA, R. B.; MAGNANI, R. F.; BARBOSA, J. C.; MIRANDA, M. P. Efficacy of essential oil of *Piper aduncum* against nymphs and adults of *Diaphorina citri*. **Pest Management Science**, v. 72, n. 6, p. 1242-1249, Sept. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.4143>.

ZHOU, S.; WEI, C.; ZHANG, C.; HAN, C.; KUCHKAROVA, N.; SHAO, H. Chemical composition, phytotoxic, antimicrobial and insecticidal activity of the essential oils of *Dracocephalum integrifolium*. **Toxins**, v. 11, n. 10, 598, Oct. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins11100598>.

**Trabalhos Apresentados na
Forma de Pôster**

Sinergista de Origem Vegetal em Combinação com Inseticidas Inibidores da Biossíntese de Quitina

Murilo Fazolin¹, André Fábio Medeiros Monteiro², Joelma Lima Vidal Estrela³, Iriana Maria da Silva⁴
e Maria Samylla de Farias Silva⁵

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

²Biólogo, mestre em Ecologia, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Engenheira-agrônoma, mestre em Entomologia, Rio Branco, AC.

⁴Bióloga, mestre em Ciência e Inovação Tecnológica, Rio Branco, AC.

⁵Bióloga, professora da rede particular de ensino, Rio Branco, AC.

Resumo – Alagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, é uma espécie polífágica que se alimenta de plantas cultivadas em várias áreas do continente americano. No Brasil, os danos causados por essa praga na cultura de milho variam de 20% a 100%. A dependência de pesticidas para controlá-la levou ao desenvolvimento de resistência a esses produtos em muitas regiões do mundo. Os inseticidas do grupo benzoilfenilureia, lufenuron e triflumuron controlam com eficácia essa praga. No entanto, o uso intensivo desses inseticidas pode reduzir sua eficiência devido à evolução da resistência. O óleo rico em dilapiol, obtido de plantas de *Piper aduncum* L. (Oepa) abundantes na Amazônia, é uma opção para produzir lignanas sinérgicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito sinérgico para essa praga de doses subletais do Oepa ($0,24$ e $0,12 \times 10^{-4}$ µL mg inseto⁻¹) em combinação com lufenuron e triflumuron, em bioensaios de ingestão. A dieta artificial contendo triflumuron (1% e 0,001% v v⁻¹) e lufenuron (3% e 0,03% v v⁻¹), combinada com a dose subletal do Oepa, reduz o TL₅₀ das larvas em até 22 horas e 18 minutos e 29 horas e 36 minutos, respectivamente. Conclui-se, pelo presente estudo, a alta eficácia sinérgica do Oepa para os inseticidas lufenuron e triflumuron.

Termos para indexação: inseticidas reguladores de crescimento, sinergismo, óleo essencial.

Introdução

No Brasil há relatos de evolução da resistência de *S. frugiperda* (J. E. Smith, 1797) para os principais grupos químicos de ingredientes ativos (Oliveira, 2017).

Inseticidas seletivos como os inibidores de biossíntese de quitina como as benzoilfenilureias são opções de interesse aos produtores, pois atuam principalmente na cutícula do inseto, exercendo ação tóxica sobre as formas imaturas durante a ecdise. Isso causa dificuldades para liberação da exúvia, podendo resultar na morte do inseto (Beeman, 1982). Interfere também de forma negativa na formação da membrana peritrófica, que recobre o intestino médio dos insetos, ocasionando transtornos digestivos (Clarke et al., 1977).

Para o controle de larvas de *S. frugiperda* na cultura do milho, aproximadamente 35% dos inseticidas à base de benzoilureias são formulados com triflumuron e lufenuron (Agrofit, 2020), considerados como uma geração mais moderna desse grupo químico. No entanto, devido ao uso frequente e muitas vezes inadequado desses compostos, a evolução da resistência dos insetos é uma consequência inevitável. No Brasil a evolução da resistência de *S. frugiperda* foi constatada para o princípio ativo lufenuron (Nascimento et al., 2016) e no México e Porto Rico para o triflumuron (Gutiérrez-Moreno et al., 2019).

A evolução da resistência de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) ao lufenuron no Brasil pode ser constatada no mesmo ano de seu registro, em 2011. Para *S. frugiperda*, os casos de resistência ao lufenuron ocorreram 4 anos após o seu registro.

De forma semelhante, foi observada uma rápida evolução da resistência de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) ao triflumuron, cujo registro havia sido realizado em 2010, ocorrendo indivíduos resistentes em 2011 (Oliveira, 2017).

Como a resistência aos inseticidas reguladores de crescimento está normalmente relacionada, dentre outros fatores, à de outros grupos químicos de princípios ativos, é esperada a curto prazo a evolução da resistência de *S. frugiperda* também ao triflumuron no Brasil.

Dentre as estratégias que podem ser adotadas para o manejo da resistência de insetos, a saturação utiliza compostos sinérgicos para bloquear processos metabólicos relacionados (Georghiou, 1983).

Há evidências de que o óleo essencial de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) (Oepa) sinergiza inseticidas dos grupos químicos dos carbamatos, fosforados e piretroides (Parmar; Tomar, 1983; Bernard; Philogène, 1993; Bertrand, 1992; Fazolin et al., 2015, 2016a, 2016b, 2016c, 2017).

Dessa forma, este trabalho se propôs a avaliar o efeito sinérgico por ingestão do Oepa combinado com os inseticidas à base de lufenuron e triflumuron, com a finalidade de disponibilizar uma nova ferramenta para o manejo da resistência de *S. frugiperda* na cultura do milho.

Material e métodos

Plantas adultas de *P. aduncum* foram colhidas em uma área de produção localizada na Embrapa Acre. Após o corte das plantas a 0,4 m do solo, folhas foram submetidas à secagem em estufa até 30% de umidade. O óleo essencial foi obtido em um extrator por arraste de vapor utilizando sistema de caldeira aquecida a diesel.

A análise cromatográfica do óleo foi efetuada em cromatógrafo a gás (CG) HP5890, equipado com coluna de sílica fundida Agilent HP5. O óleo apresentou como componente majoritário o dilapiol (79,7%).

Os inseticidas comerciais à base de triflumuron 480 g/L e lufenuron 50 g/L foram adquiridos em casas de comercialização de agrotóxicos. O butóxido de piperonila (PBO), sinérgico mais utilizado em formulações comerciais considerado como controle positivo, foi de grau técnico de 90% da Sigma-Aldrich.

Larvas de *S. frugiperda* de terceiro instar foram obtidas da criação artificial em laboratório, alimentadas com dieta à base de feijão, produzida adicionando-se os diferentes tratamentos avaliados.

Os inseticidas foram diluídos em acetona nas seguintes concentrações: triflumuron (1%, 0,1%, 0,01%, 0,001% e 0,0001% v/v⁻¹) e lufenuron (3%, 0,3%, 0,03%, 0,003% e 0,0003% v/v⁻¹), que compuseram os tratamentos para avaliação inseticida de forma isolada. Posteriormente, uma nova série de concentrações foi obtida, adicionando-se a cada uma delas (dos inseticidas triflumuron e lufenuron), 0,0422% v/v⁻¹ do Oepa (equivalente a ½ da DL₅₀ que é de 4,9 x 10⁻⁴ µL mg inseto⁻¹), compondo-se assim os tratamentos de combinações sinérgicas.

Além disso, foi avaliado um tratamento testemunha, tendo somente acetona, utilizada como diluente dos princípios ativos, adicionada à dieta. Uma testemunha positiva também foi incluída, consistindo das concentrações de 1% v v⁻¹ do inseticida à base de triflumuron e 3% v v⁻¹ do inseticida à base de lufenuron, que receberam a adição de 10% e 30% v v⁻¹ de PBO, respectivamente (equivalente a dez vezes a concentração de cada um deles).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, contendo cada uma delas dez lagartas de *S. frugiperda*, individualizadas em copos plásticos descartáveis com capacidade para 50 mL, aprisionadas por uma tampa de acrílico, contendo um cubo de dieta contaminada com cada um dos tratamentos a serem avaliados. Dessa forma foi caracterizada uma parcela experimental.

Diariamente foi avaliada a mortalidade das lagartas, caracterizada pela ausência completa de movimentos.

Curvas de sobrevivência foram utilizadas para analisar as diferenças entre a mortalidade dos insetos submetidos a cada inseticida e suas combinações sinérgicas. Utilizou-se o procedimento PROC LIFETEST, que proporcionou as estimativas de tempo médio de sobrevivência (TL₅₀) para os insetos sujeitos a cada tratamento (SAS Institute, 2001). Foram considerados como significativos os valores do TL₅₀ obtidos para as combinações dos inseticidas com o Oepa, com seus respectivos intervalos de confiança (IC p < 0,05%), menores que os valores obtidos com a combinação dos inseticidas com PBO (testemunha positiva), demonstrando maior toxicidade sinérgica.

Resultados e discussão

Os valores do TL₅₀ para larvas de *S. frugiperda* alimentadas com a dieta contaminada com o inseticida à base de lufenuron foram significativamente menores no intervalo de concentrações entre 3% e 0,03% v v⁻¹, quando comparados ao PBO (132,8 horas), independentemente de estarem combinadas ou não ao Oepa. Nesse intervalo de concentrações, os valores da TL₅₀ variaram de 51,7 horas a 83,4 horas, respectivamente, para o inseticida tomado isoladamente. Já para as combinações com o Oepa a 0,0422% v v⁻¹ (½ da DL₅₀), o intervalo de TL₅₀ foi de 32,2 horas a 53,8 horas, respectivamente. Esses resultados apontam a significância do efeito sinérgico das combinações do inseticida à base de lufenuron com o Oepa, uma vez que ocorreu uma redução significativa dos TL₅₀ em todas as combinações desse óleo com o inseticida considerado de forma isolada.

As demais concentrações do inseticida à base de lufenuron (0,003% e 0,0003% v v⁻¹), consideradas de forma isolada ou em combinação ao Oepa, não apresentaram significância no tempo letal de mortalidade quando comparadas à combinação com o PBO.

Nas combinações sinérgicas do lufenuron com doses subletais de Oepa, os fatores de sinergismo (FS) foram significativos quando comparados aos valores de FS das combinações do inseticida com PBO. Tal resultado permite inferir que, hipoteticamente, não há uma predominância do envolvimento de enzimas destoxicificativas do complexo P450 para a biodegradação do lufenuron, uma vez que o PBO inibe tais enzimas (Pimprikar; Georghiou, 1979).

A adição do inseticida à base de triflumuron à dieta de alimentação proporcionou valores do TL₅₀ para larva de *S. frugiperda* significativamente menores para a maioria das concentrações no intervalo de 1% a 0,001% v v⁻¹, independentemente de estarem combinadas ou não ao Oepa (0,0422% v v⁻¹), quando comparados ao PBO (112,3 horas).

Nas concentrações de triflumuron 1% e 0,01% v v⁻¹ tomadas de forma isolada, os valores significativos dos TL₅₀ variaram entre 51,3 horas e 87,6 horas, respectivamente. Esse intervalo de tempo diminuiu significativamente, passando a variar entre 42,5 horas e 84,3 horas, para as concentrações de triflumuron entre 1% e 0,001% v v⁻¹ combinadas com o Oepa.

Esses resultados apontam a significância do efeito sinérgico das combinações do triflumuron com o Oepa, no intervalo de concentrações entre 1% e 0,001% v v⁻¹. No entanto, na comparação entre essas mesmas concentrações do inseticida com suas respectivas combinações com o Oepa, ocorreram reduções significativas de TL₅₀ somente no intervalo de concentrações entre 0,1% e 0,001% v v⁻¹.

A concentração de triflumuron de 0,0001% v v⁻¹, considerada de forma isolada ou em combinação ao Oepa, não apresentou redução significativa no tempo letal de mortalidade quando comparada à combinação com o PBO.

Esse inseticida em algumas concentrações combinadas com doses subletais de Oepa apresentou valores de FS não significativos quando comparados aos valores do FS das combinações com PBO. Nesse caso, pode-se inferir que a inibição destoxificativa enzimática predominante pode estar relacionada à monooxigenase P450. No entanto, a magnitude dos valores de FS dessas combinações, embora significativamente inferiores às com PBO, pode indicar a ação de outras enzimas destoxificativas como esterases e glutationa S-transferases, no processo de eliminação desse xenobiótico (Granett; Hejazi, 1983).

Tanto o inseticida à base de triflumuron como de lufenuron, combinados com Oepa, utilizados na experimentação, mostraram alta eficácia toxicológica ao ser ingeridos junto à dieta alimentar, uma vez que quando considerados de forma isolada apresentaram, em geral, valores de TL₅₀ significativamente superiores nas concentrações abaixo daquela recomendada para aplicação no campo de 0,15% e 0,10% v v⁻¹, respectivamente (Agrofit, 2020).

O triflumuron combinado com doses subletais do Oepa entre 1% e 0,001% v v⁻¹, próximas à concentração recomendada para uso no campo, apresentou uma redução do tempo de vida das larvas de *S. frugiperda* na ordem de 8 horas e 48 minutos e 22 horas e 18 minutos, respectivamente.

Da mesma forma, o inseticida à base de lufenuron combinado com doses subletais do Oepa e no intervalo de concentrações entre 3% e 0,03% v v⁻¹, próximas à recomendada para uso no campo, apresentou uma redução do tempo de vida das larvas de *S. frugiperda* na ordem de 19 horas e 30 minutos e 29 horas e 36 minutos, respectivamente, demonstrando que as formulações sinérgicas desse inseticida com Oepa são mais eficazes que o triflumuron.

A magnitude da eficácia pode ser explicada pela provável diferença do tempo de retenção do inseticida no corpo das larvas (Neumann; Guyer, 1987), embora essa variável não tenha sido mensurada. Outra hipótese que poderia ser levantada está relacionada à velocidade do transporte do xenobiótico do intestino ao local de ação ou sua estabilidade dentro do inseto (Neumann; Guyer, 1983; Granett et al., 1980).

Conclusões

O óleo essencial de *Piper aduncum* L. apresenta efeito sinérgico significativo para os inseticidas à base de lufenuron e triflumuron por ingestão de dieta contaminada.

Concentrações entre 1% e 0,001% v/v⁻¹ do inseticida à base de triflumuron, combinadas com a subdose letal do Oepa de $0,24 \times 10^{-4}$ µL mg inseto⁻¹, apresentaram uma redução do tempo de vida das larvas de *S. frugiperda* entre 8 horas e 48 minutos e 22 horas e 18 minutos.

Concentrações entre 3% e 0,03% v/v⁻¹ do inseticida à base de lufenuron, combinadas com a subdose letal do Oepa de $0,24 \times 10^{-4}$ µL mg inseto⁻¹, apresentaram uma redução do tempo de vida das larvas de *S. frugiperda* entre 19 horas e 30 minutos e 29 horas e 36 minutos.

Referências

AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário. **Controle químico de *Spodoptera frugiperda*.** Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 15 mar. 2020.

BEEMAN, R. W. Recent advances in mode of action of insecticides. **Annual Review of Entomology**, v. 27, p. 253-281, Jan. 1982. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.27.010182.001345>.

BERNARD, C. B.; PHILOGÈNE, B. J. R. Insecticide synergists: role, importance, and perspectives. **Journal of Toxicology and Environmental Health: Part A Current Issues**, v. 38, n. 2, p. 199-223, Feb. 1993. DOI: <https://doi.org/10.1080/15287399309531712>.

BERTRAND, M. C. **Etudes toxicocinetiques et synergiques de l'azadirachtine dihydrogénée chez la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilis*.** 1992. 129 f. (Thèses) – Université d'Ottawa, Ottawa.

CLARKE, L.; TEMPLE, G. H. R.; VINCENT, J. F. V. The effects of a chitin inhibitor – Dimilin – on the production of peritrophic membrane in the locust, *Locusta migratoria*. **Journal of Insect Physiology**, v. 23, n. 2, p. 241-246, 1977. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(77\)90037-3](https://doi.org/10.1016/0022-1910(77)90037-3).

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; MEDEIROS, A. F. M.; GOMES, L. P.; SILVA da I. M.; SILVA, M. S. de F. Sinérgico alternativo para o manejo da resistência da lagarta do cartucho do milho a piretroides. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 3, p. 316-325, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v14n3p316-325>.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. V. E.; MONTEIRO, A. F. M.; SILVA, I. M. da; GOMES, L. P.; SILVA, M. S. de F. Combining the essential oil of *Piper aduncum* L. with commercial insecticides. **Semina Ciências Agrárias**, v. 37, n. 6, p. 3903-3914, nov./dez. 2016a. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n6p3903>.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; MEDEIROS, A. F. M.; SILVA da I. M.; GOMES, L. P.; SILVA, M. S. de F. Synergistic potential of dillapiole-rich essential oil with synthetic pyrethroid insecticides against fall armyworm. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 382-388, 2016b. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141500>.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; MEDEIROS, A. F. M., GOMES, L. P.; SILVA, I. M. da; SILVA, M. S. de F. Potencial sinérgico do óleo de *Piper aduncum* para inseticidas formulados com misturas de princípios ativos. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 59, n. 4, p. 362-369, 2016c. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141500>.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; MONTEIRO, A. F. M.; SILVA, I. M.; GOMES, L. P. Sinérgico alternativo para inseticidas inibidores de acetilcolinesterase. **Revista Agro@mbiente**, v. 11, n. 3, p. 232-240, July 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i3.3995>.

GEORGHIOU, G. P. Management of resistance in arthropods. In: GEORGHIOU, G. P. (ed.). **Pest resistance to pesticides**. Boston, MA: Springer, 1983. p. 769-792.

GRANETT, J.; ROBERTSON, J.; RETNAKARAN, A. Metabolic basis of differential susceptibility of two forest lepidopterans to diflubenzuron. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 28, n. 3, p. 295-300, Nov. 1980. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1980.tb03029.x>.

GRANETT, J.; HEJAZI, M. J. Synergism of two benzoylphenyl urea insect growth regulators. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, n. 3, p. 403-406, June 1983. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/76.3.403>.

GUTIÉRREZ-MORENO, R.; MOTA-SANCHEZ, D.; BLANCO, C. A.; WHALON, M. E.; TERÁN-SANTOFIMIO, H.; RODRIGUEZ-MACIEL, J. C.; DIFONZO, C. Field-evolved resistance of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) to synthetic insecticides in Puerto Rico and Mexico. **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 2, p. 792-802, Mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toy372>.

NASCIMENTO, A. R. B. D.; FARIA, J. R.; BERNARDI, D.; HORIKOSHI, R. J.; OMOTO, C. Genetic basis of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) resistance to the chitin synthesis inhibitor lufenuron. **Pest Management Science**, v. 72, n. 4, p. 810-815, Apr. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.4057>.

NEUMANN, R.; GUYER, W. A new chitin synthesis inhibitor CGA 112'913: its biochemical mode of action as compared to diflubenzuron. In: INTERNATIONAL CONGRESS PLANT PROTECTION, 10., 1983, Brighton, EN. **Proceedings...** Brighton, UK: British Crop Protection Council, 1983. V. 1, p. 445-451.

NEUMANN, R.; GUYER, W. Biochemical and toxicological differences in the modes of action of the benzoylureas. **Pesticide Science**, v. 20, n. 2, p. 147-156, 1987.

OLIVEIRA, I. M. de. **Resistência de artrópodes de importância agrícola ao controle químico**. 2017. 78 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PARMAR, B. S.; TOMAR, S. S. Review of research on insecticide synergists in India-retrospect and prospect. **International Journal of the Tropical Agriculture**, v. 1, n. 1, p. 7-17, 1983.

PIMPRIKAR, G. D.; GEORGHIOU, G. P. Mechanisms of resistance to diflubenzuron in the house fly, *Musca domestica* (L.). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 12, n. 1, p. 10-22, Aug. 1979. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-3575\(79\)90089-0](https://doi.org/10.1016/0048-3575(79)90089-0).

SAS Institute. **User's guide: statistics**, version 8.2. 6. ed. Cary, NC, 2001. 95 p.

Rendimento da Farinha de Mandioca Artesanal em Função de Diferentes Concentrações de Açafrão-da-Terra

Virgínia de Souza Álvares¹, Daniel Moreira Lambertucci², Antônio Clebson Cameli Santiago³, Ana Paula Santos de Sena⁴, Alexon Martins Pereira⁵ e Joana Maria Leite de Souza⁶

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

²Zootecnista, mestre em Zootecnia, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Extensionista da Secretaria de Estado de Produção e Agronegócio, Cruzeiro do Sul, AC.

⁴Graduanda em Tecnologia em Agroecologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Cruzeiro do Sul, AC.

⁵Graduando em Engenharia Agronômica, Universidade Federal do Acre, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Acre, Cruzeiro do Sul, AC.

⁶Engenheira-agronôma, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O açafrão-da-terra é utilizado em Cruzeiro do Sul, Acre, na fabricação da farinha de mandioca artesanal. Contudo, essa ação é realizada de forma empírica, sem um protocolo de adição dessa especiaria. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de açafrão-da-terra no rendimento da farinha de mandioca artesanal, em diferentes anos de produção da raiz. Farinhas foram produzidas, em 2019 e 2021, com diferentes concentrações de açafrão-da-terra e calculados o rendimento do descascamento, rendimento de farinha e a produtividade estimada de farinha. Essas farinhas foram classificadas, analisadas em relação à acidez titulável e granulometria. Não foi possível observar efeito da concentração de açafrão-da-terra nas variáveis estudadas.

Termos para indexação: cúrcuma, *Curcuma longa*, indicação geográfica.

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma das culturas agrícolas de maior importância do Acre, tanto social quanto econômica. Em 2019, a produção foi de 628 mil toneladas, sendo uma das culturas de maior importância para o estado (IBGE, 2019).

A farinha de mandioca artesanal no Acre é comumente produzida com a adição de açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.). Se esse processo for realizado de forma inadequada, a farinha pode apresentar características sensoriais desfavoráveis (Van Velthem; Katz, 2012) ou alteração do teor de cinzas (Álvares et al., 2015). Mesmo assim, os produtores da região adicionam essa especiaria em concentrações variadas, sem o conhecimento da existência de alteração no rendimento do processo ou na qualidade da matéria-prima de um ano para outro.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações de açafrão-da-terra no rendimento da farinha de mandioca artesanal, em diferentes anos de produção da raiz.

Material e métodos

Em uma casa de farinha tradicional do município de Rodrigues Alves, Acre, farinhas de mandioca foram produzidas com diferentes concentrações de açafrão-da-terra, nos anos de 2019 e 2021. Todas as fases do fluxo de produção seguiram o modo de fabricação artesanal e tradicionalmente realizado na região, com liberdade de escolha do produtor para adequações, caso necessárias, em função das diferentes concentrações de açafrão (Álvares et al., 2015).

Os tratamentos utilizados foram: T1 = desuso de açafrão-da-terra na fabricação da farinha (0%); T2 = uso de 0,05% de açafrão-da-terra; e T3 = uso de 0,10% de açafrão-da-terra em relação à massa fresca de mandioca descascada. Para o cálculo das quantidades de açafrão a serem adicionadas foi utilizada a fórmula:

$$QA = (MFRsc \times C)/100$$

em que

QA = quantidade de açafrão-da-terra em pó (g).

MFRsc = massa fresca das raízes de mandioca sem casca (g).

C = concentração de açafrão-da-terra do tratamento (%).

O açafrão-da-terra foi adquirido de produtores de farinha. As raízes de *Curcuma longa* L. foram raladas em utensílios caseiros, trituradas em moinhos e submetidas à secagem ao sol sem qualquer adição de outro componente.

Para o experimento foram colhidos 1.512 kg de raiz em dezembro de 2019 e 1.451 kg em setembro de 2021, da etnovariedade Mansa e Brava, com 12 meses de idade, em área de 1,2 ha. Foram calculados o rendimento do descascamento e o rendimento do processamento de farinha, com base na massa fresca da raiz, por meio das fórmulas:

$$RRAD = (MFRsc \times 100)/MFRcc$$

em que

RRAD = rendimento de raiz após o descascamento (%).

MFRsc = massa fresca das raízes de mandioca sem casca (kg).

MFRcc = massa fresca das raízes de mandioca com casca (kg).

$$RF = (MFRcc \times MF)/100$$

em que

RF = rendimento de farinha (%).

MFRcc = massa fresca das raízes de mandioca com casca (kg).

MF = massa da farinha de mandioca (kg).

Em cada repetição foram coletadas cinco amostras, de aproximadamente 2 kg de farinha, em sacos plásticos transparentes, as quais foram transportadas via terrestre ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Acre, em Rio Branco, para classificação, conforme Brasil (2011).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (concentrações de açafrão-da-terra) e cinco repetições. Para o rendimento de raiz, o fator concentração de açafrão foi desconsiderado, tendo em vista que o descascamento ocorre antes da adição dessa especiaria. 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, 2000).

Resultados e discussão

É possível observar na Tabela 1 que o rendimento de raiz após o processo de descascamento (= MFRsc) sofreu alteração em função do ano. Esse fator provavelmente foi influenciado pelas condições pluviométricas da região nas épocas de permanência da cultura a campo. De acordo com o IBGE (2018), a Regional do Juruá possui dois períodos de chuva bem destacados: a) período subseco, compreendido entre maio e setembro, com precipitações mensais médias superiores a 60 mm, ao norte da mesorregião, com destaque aos meses de julho e agosto, de precipitação inferior a 60 mm na parte sul, caracterizando um período seco, que apresenta os menores valores médios de precipitação pluviométrica; b) período chuvoso, de outubro a abril, em toda a mesorregião. Dessa forma, a colheita de raízes para a fabricação de farinha em 2019, realizada em dezembro, alcançou o período de maior pluviosidade; já a colheita em setembro de 2021, época de seca, pode ter interferido com menor espessura das raízes e, consequentemente, no rendimento do processo. A época de colheita influencia na produtividade e qualidade das raízes de mandioca, com acúmulo de material de reserva das raízes tuberosas, influenciada pelo ciclo vegetativo da planta, mas também fortemente pelas condições climáticas, como a temperatura média do ambiente e de precipitação pluvial (Sagrilo et al., 2002).

Tabela 1. Parâmetros do processamento da farinha de mandioca artesanal com diferentes concentrações de açafrão-da-terra, na etapa de descascamento das raízes, etnovariedades Mansa e Brava, produzida em 2019 e 2021, no município de Rodrigues Alves, Acre.

Ano de produção da farinha	MFRcc (kg) ⁽¹⁾	MFRsc (kg)	MFc+a (kg)
2019	100,00 a	75,59 a	24,41 a
2021	100,00 a	72,53 b	27,47 b
Média	100,00	74,06	25,94
CV (%)	0,00	2,48	2,48

⁽¹⁾MFRcc = Massa fresca das raízes de mandioca com casca. MFRsc = Massa fresca das raízes de mandioca sem casca. MFc+a = Massa fresca das cascas e aparas, após o descascamento. CV = Coeficiente de variação amostral.

Considerando que a MFRcc foi de 100 kg, a MFRsc é igual ao rendimento de raiz após o descascamento.

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observa-se ainda na Tabela 1 que o valor médio para cascas e “aparas”, que são as pontas das raízes, foi de 25,94%. Esse valor é semelhante ao citado por Cruz et al. (2021), que obtiveram 27,52% na fabricação de farinha de mandioca em Cruzeiro do Sul, AC, com a variedade Juriti; e por Sagrilo et al. (2002), que obtiveram 29,6% no Piauí.

Na Tabela 2 é possível observar que para o rendimento de farinha não houve interação entre os fatores concentração de açafrão-da-terra e ano de colheita das raízes, apresentando um valor médio de 29,15%. Esse valor é semelhante aos reportados por Cereda e Vilpoux (2003), que encontraram de 25% a 35%; Cardoso et al. (2014), entre 18,80% e 25%; e por Araújo e Lopes (2009) de 25% a 35%.

O rendimento de farinha depende da variedade, idade da cultura e sistema de fabricação (Cereda; Vilpoux, 2003; Araújo; Lopes, 2009). Ressalta-se que, mesmo não havendo interferência no processo, o produtor tomou a decisão de não alterar as etapas de produção das farinhas e, portanto, esses fatores foram semelhantes em todos os tratamentos, o que justifica a falta de significância. Processo

diferenciado ocorre quando se adiciona coco na farinha de mandioca da região; nesse caso o produtor estende, de maneira espontânea, o período de secagem para evitar a rancificação do produto (Álvares et al., 2013). No caso do açafrão, como a função é apenas alterar as características de cor, o produtor relatou não haver necessidade de modificar as etapas de produção.

Tabela 2. Rendimento de farinha de mandioca artesanal, com diferentes concentrações de açafrão-da-terra, produzida em 2019 e 2021, no município de Rodrigues Alves, Acre.

Ano	Concentração de açafrão (%) ^{ns}		
	0%	0,05%	0,10%
2019	28,47 aA	28,94 aA	29,80 aA
2021	29,29 aA	30,56 aA	27,86 aA
Média	29,15		
CV (%) ⁽¹⁾	8,19		

⁽¹⁾CV (%) = Coeficiente de variação.

^{ns}Não significativo ao nível de 5% pelo teste T.

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Se for considerado um rendimento médio de produção de mandioca em Rodrigues Alves de 24,5tha⁻¹ (IBGE, 2019), a produtividade estimada de farinha para o município, calculada multiplicando-se o rendimento de farinha (%) pela produtividade de raízes tuberosas, conforme Andrade et al. (2011), é de 7,1 t ha⁻¹ de farinha, superior ao citado. Contudo, ressalta-se que a produtividade de mandioca da Regional do Juruá, AC, é superior à média do estado e à nacional, de 23,5 t ha⁻¹ e 14,7 t ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2019), devendo ser cuidadosa a extrapolação da produtividade estimada de farinha por meio de base de dados oficiais, uma vez que existem diversos sistemas de produção de mandioca utilizados no Brasil, bem como condições ambientais e níveis tecnológicos. Siviero et al. (2007) estimaram uma produtividade de farinha de 3,9 t ha⁻¹ a 5,2 t ha⁻¹ para cultivares de mandioca na mesma região.

Todas as farinhas produzidas em 2019, que são do “grupo seca”, foram classificadas como da “classe grossa”, “tipo 1”, e a farinha produzida em 2021 foi classificada como “fora de tipo” (Tabela 3). Esse fato se deu pela presença de matérias estranhas em sua composição e não teve influência da concentração do açafrão-da-terra ou ano de produção. A acidez foi elevada em 2019 e 2021 e está, geralmente, relacionada com a etapa de prensagem da massa.

Tabela 3. Classificação das farinhas produzidas com diferentes concentrações de açafrão-da-terra, em Rodrigues Alves, Acre.

Concentração de açafrão	Classe		Tipo		Acidez	
	2019	2021	2019	2021	2019	2021
0%	Grossa	Grossa	1	Fora de tipo	Alta	Alta
0,05%	Grossa	Grossa	1	Fora de tipo	Alta	Alta
0,10%	Grossa	Grossa	1	Fora de tipo	Alta	Alta

Conclusões

A concentração de açafrão-da-terra em pó não altera o rendimento da farinha de mandioca artesanal durante sua fabricação.

Agradecimento

Os autores agradecem ao produtor pela realização do experimento, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa Pibic e a Embrapa Acre pela infraestrutura física para condução dos experimentos.

Referências

ÁLVARES, V. S.; COSTA, D. A.; FELISBERTO, F. A. V.; SILVA, S. F.; MADRUGA, A. L. S. Atributos físico-químicos da farinha de mandioca artesanal em Rio Branco, Acre. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 2, p. 50-58, abr./jun. 2013. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/966034>. Acesso em: 15 maio 2021.

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. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1013666>. Acesso em: 15 maio 2021.

ANDRADE, J. S.; VIANA, A. E. S.; CARDOSO, A. D.; MATSUMOTO, S. N.; NOVAES, Q. S. Épocas de poda em mandioca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 693-701, jul./set. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000300016>.

ARAÚJO, J. S. P.; LOPES, C. A. **Produção de farinha de mandioca na agricultura familiar**. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 15 p. (Pesagro. Manual técnico, 13).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011. Estabelece o regulamento técnico da farinha de mandioca na forma da presente instrução normativa e dos seus anexos I, II e III. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 8 nov. 2011, Seção 1, p. 18-20. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=497488882>. Acesso em: 15 maio 2021.

CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; MUNIZ, W. F.; ANDRADE, J. S.; MOREIRA, G. L. P.; CARDOSO JÚNIOR, N. S. C. Avaliação de variedades de mandioca tipo indústria. **Magistra**, v. 26, n. 4, p. 456-466, out./dez. 2014. Disponível em: <https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/481#:~:text=Foram%20avaliadas%20as%20caracter%C3%ADsticas%20produtividade,comprimento%20e%20di%C3%A2metro%20das%20ra%C3%ADzes>. Acesso em: 15 maio 2021.

CEREDA, M.; VILPOUX, O. Farinhas e derivados. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. V. 3, p. 576-620.

CRUZ, J. F. C.; AZEVEDO, J. M. A.; SILVA, E. C.; SOUZA, R. E.; COSTA, C. B. Processamento artesanal da farinha de mandioca no Vale do Juruá, Acre: um estudo de caso. **Revista Conexão na Amazônia**, v. 2, n. 2, p. 43-63, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ifac.edu.br/index.php/revistarca/article/view/27>. Acesso em: 15 maio 2021.

IBGE. **Clima do Brasil 1:500.000**. Atualização em 12 de junho de 2018. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: http://www.dados.gov.br/dataset/cren_climadobrasil_5000. Acesso em: 15 maio 2021.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2019**: culturas temporárias e permanentes. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecaaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 17 ago. 2021.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

SAGRILLO, E.; VIDIGAL-FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C.; MAIA, R. R.; KVITSCHAL, M. V. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. **Bragantia**, v. 61, n. 2, p. 115-125, ago. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052002000200005>.

SIVIERO, A.; CAMPOS FILHO, M. D.; SOUZA, J. M. L.; CAMELI, A. C. S.; OLIVEIRA, T. J. O.; SÁ, C. P.; LESSA, L. S. Competição de cultivares de mandioca para farinha no Vale do Juruá – AC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., 2007, Paranavaí. **Anais...** Paranavaí: SBM, 2007. V. 13, p. 34-37.

VAN VELTHEM, L. H.; KATZ, E. A ‘farinha especial’: fabricação e percepção de um produto da agricultura familiar no Vale do Rio Juruá, Acre. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 7, n. 2, p. 435-456, ago. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1981-81222012000200008>.

Mancha Olho de Pássaro Causada por *Bipolaris heveae* em Clones de Seringueira no Acre, Brasil

Rivadalte Coelho Gonçalves¹, José Henrique Vallim² e Paulo Eduardo França de Macedo³

¹Engenheiro florestal, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Bioquímico-farmacêutico, doutor em Biologia Funcional e Molecular, analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

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

Resumo – Uma doença foliar severa diferente daquelas reconhecidas anteriormente em árvores de seringueira no Acre foi observada e elegida para estudo. O objetivo deste trabalho é relatar a ocorrência de uma doença foliar em clones de *Hevea brasiliensis* em floresta no estado do Acre, Brasil. Folhas de seringueira no estádio D, com sintomas, foram coletadas em parcelas dos clones CHB01 e CHB02, de plantas bicompostas, *H. brasiliensis* + *H. brasiliensis* de 52 meses de idade, no município de Bujari, AC. No Laboratório de Fitopatologia da Embrapa, Rio Branco, AC, as amostras foram analisadas a olho nu e em microscópios. O fungo foi isolado em tubo inclinado com meio de cultura BDA a 3,9% (m/v) com antibiótico. O isolado foi estudado quanto ao padrão de germinação conidial e micromorfologia. O teste de patogenicidade do isolado caracterizado foi feito em casa de vegetação em mudas do clone CHB01. A caracterização do fungo isolado das árvores permitiu concluir que pertence à espécie *Bipolaris heveae* (Petch) Arx. O teste de patogenicidade foi positivo, com a constatação de sintomas semelhantes àqueles observados em árvores no campo, porém com menor agressividade. Este é o primeiro relato da mancha olho de pássaro causada por *B. heveae* em *H. brasiliensis* no Acre.

Termos para indexação: patologia florestal, pneumáticos, caucho natural.

Introdução

Fungos do gênero *Bipolaris* Schoemaker 1959 causam importantes doenças em plantas forrageiras, ornamentais, plantas utilizadas para a alimentação humana e árvores (Alcorn, 1983). O fungo *Bipolaris heveae* (Petch) Arx 1987 foi originalmente e primeiramente descrito como patógeno de seringueira, *Hevea brasiliensis* (Willdenow ex. Jussieu) Müller Argoviensis, 1865 (Euphorbiaceae), no Ceilão, em 1906, quando então foi classificado como *Helminthosporium heveae* Petch 1906, nos Anais do Jardim Botânico Real (Petch, 1906). Posteriormente, a espécie foi descrita como *Drechslera heveae* (Petch) Ellis 1971, e depois da descrição de Josef Adolf von Arx em 1987 em *Bipolaris heveae* (Petch) Arx 1987, descobriu-se o seu teleomorfo, classificado em *Cochliobolus heveicola* Tsukiboshi & Chung 2005, mas preservando-se como válido o nome científico do anamorfo dado por Josef Adolf von Arx em 1987.

Na pesquisa de literatura, os relatos de ocorrência de *D. heveae* no Brasil (Gasparotto et al., 1984; Mendes et al., 1998) e em outros vários países têm sido agrupados juntamente com relato de *B. heveae* e *H. heveae* em diversos hospedeiros no mundo (Farr; Rossman, 2016). *Drechslera heveae* tem sido reportada como espécie causal da doença mancha olho de pássaro (Ellis; Holliday, 1972; Gasparotto et al., 1984), ou “mancha ojo de pájaro”, de grande importância econômica na Ásia (Jaimes Suárez; Rojas, 2011).

Contudo, relatos consistentes de ocorrência de *Bipolaris heveae* em *H. brasiliensis* na Nigéria e na família Poaceae, *Zoysia japonica* Steudel, 1854 e *Cynodon dactylon* Persoon, 1805 no Japão, e *Distichlis spicata* var. *stricta* (Torrey) Scribner, 1894 nos Estados Unidos da América não deixam

dúvidas de que essa espécie é mesmo distinta e a maior parte das florestas de seringueira no Brasil é com clones asiáticos.

Uma nova espécie de *Bipolaris*, classificada em *Bipolaris setariae* (Sawada) Shoemaker, 1959 foi relatada na China, causando doença em folhas de seringueira no clone Yunyan77-4, em uma plantação em Jinghong, na província de Yunnan (Liu et al., 2016). O objetivo deste trabalho é relatar a ocorrência de uma severa doença em folhas de clones de *H. brasiliensis* em árvores de floresta experimental plantada, no estado do Acre, Brasil, em experimentos do tipo teste clonal destinados à seleção de clones resistentes a doenças para prover tecnologias aos produtores de borracha natural.

Material e métodos

Folhas maduras e verdes de seringueira com sintomas de mancha foliar severa foram coletadas com podão e, manualmente, em abril de 2012, em duas árvores, ao acaso, de parcelas experimentais, localizadas no município de Bujari, Acre.

As coletas foram realizadas em plantas afetadas dos clones CHB01 e CHB02, em plantas zigóticas-clonais (*H. brasiliensis* + *H. brasiliensis*) com 52 meses de idade aproximadamente, altura média de 4,0 m, em plantio experimental com 14 clones, área de 4,8 ha, espaçamento de 6,0 m x 3,0 m, sem aplicação de fungicidas e com diversas espécies vegetais cobrindo o solo, a exemplo de *Urochloa maxima* (Jacquim) Webster, 1987 e *Urochloa brizantha* (Achille) Webster, 1987. As amostras foram analisadas no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa, em Rio Branco, AC, a olho nu, em microscópio estereoscópico Motic (SMZ168) e em microscópio de luz Motic (BA 310). Lâminas de microscopia foram preparadas com água limpa e analisadas, seguindo-se a elaboração da hipótese de se tratar do fungo *B. heveae*, já relatado em seringueira na Nigéria (Manamgoda et al., 2014).

O fungo foi isolado em tubo inclinado com meio de cultura BDA 3,9% (m/v), com 50 ppm de cloranfenicol utilizando o método de isolamento direto (Alfenas et al., 2007). Os tubos inclinados semeados foram armazenados a 25 °C em câmara BOD no escuro contínuo. Após o desenvolvimento das colônias escuras, o fungo foi repicado para placas de Petri (90 mm x 15 mm) contendo meio de cultura ágar-água (AA) a 2% (m/v) e placas de Petri com meio BDA (3,9%), ambos os meios com 50 ppm de cloranfenicol. As placas foram armazenadas a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas, em câmara BOD. A partir das colônias com abundante esporulação, em placas com AA (2%), preparou-se uma suspensão de esporos em água destilada estéril para a análise do padrão de germinação, bem como para o teste de patogenicidade considerando uma única espécie de fungo presente. As plantas de teste foram inoculadas com 10 mL de suspensão de esporos a $1,0 \times 10^5$ esporos/mL por aspersão e as plantas testemunhas foram aspergidas com 10 mL de água destilada estéril. Todas as plantas, de aproximadamente 6 meses de idade, foram cobertas com sacolas plásticas transparentes por 48 horas. Uma alíquota de 100 µL da suspensão preparada foi espalhada sobre o meio AA (2%) + cloranfenicol a 50 ppm em placas de Petri utilizando uma alça de Drigalski. As placas foram armazenadas em BOD a 25 °C com luz contínua por 6 horas, sendo avaliados o número de esporos germinados ($n = 12$) e o padrão de germinação (monopolar ou bipolar).

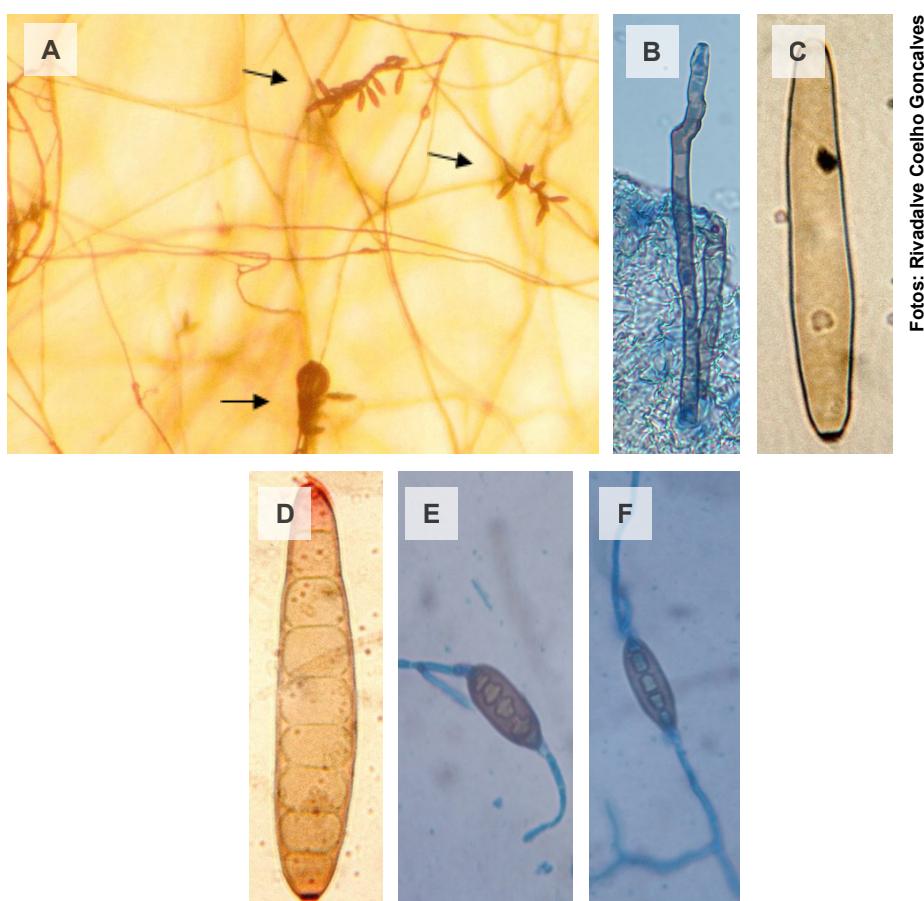
Resultados foram convertidos pela convenção positivo (+) = 1 e negativo (-) = 0 e calcularam-se a frequência acumulada absoluta (fa), frequência acumulada absoluta em porcentagem, fa (%), média aritmética de fa (%) e desvio-padrão associado a cada média. As medidas de estruturas do fungo foram obtidas com régua micrométrica fixa em ocular do microscópio de luz e o cálculo do valor real

com fator de conversão de régua calibrada. Os dados micromorfológicos foram expressos em (valor mínimo-) média aritmética \pm desvio-padrão (-valor máximo) (Manamgoda et al., 2014).

Resultados e discussão

As lesões foliares associadas ao fungo caracterizado neste estudo, em sua forma assexuada, têm borda marrom, são aproximadamente circulares ou retangulares e delimitadas por nervura secundária. O fungo tem colônia cinza, hifa septada de cor marrom-clara mínima (Figura 1A). Os conidióforos do fungo são livres, retos a ligeiramente flexuosos, septados, lisos, geniculados, dematiáceos, de cor marrom-clara média, olivácea a marrom-clara mínima, ápice marrom-claro mínimo, com presença de cicatriz da conidiogênese evidente e de cor marrom-escura (Figura 1B), medindo (50-) 131,2 \pm 43,2 (-236,9) μm de comprimento por (7,5-) 7,5 \pm 0,0 (-7,5) μm de largura.

Na descrição de Petch (1906) consta o arranjo de conidióforos livres (hifas esparsas, não agregadas) e de comprimento variável contendo conídios septados. Os conídios são livres, retos a ligeiramente curvos ou cimbiformes, têm forma elipsoidal, dematiáceos de cor marrom-clara. Apresentam hilo inconspicuo ou ligeiramente protuberante na base (Figura 1C), com parede celular truncada, são septados, com oito distoseptos (Figura 1D), medindo (62,5-) 77,5 \pm 10,7 (-97,5) μm de comprimento por (12,5-) 12,7 \pm 0,8 (-15,0) μm de largura. A germinação dos conídios é do tipo monopolar ou bipolar (Figuras 1E e 1F).



Fotos: Rivadával Coelho Gonçalves

Figura 1. Hifas com conidióforos e conídios livres (setas) (A), conidióforo livre (B) e conídios de *Bipolaris heveae* de seringueira com hilo ligeiramente protuberante (C e D) e com distoseptos evidentes (D), conídios de *Bipolaris heveae* com germinação bipolar (E e F).

O fungo encontrado em seringueira no Acre apresenta elevada concordância simples entre os atributos descritos como marcadores para ordem, família, gênero e espécie, contudo, há diferenças entre valores mínimos ou máximos das medidas encontradas nas espécies (Tabela 1). As dimensões do fungo encontrado no Acre em árvores são menores em relação àquelas listadas na literatura, o que pode indicar variabilidade genética na espécie, tamanho amostral diferente, idade do órgão do hospedeiro ou substratos de crescimento e esporulação distintos.

O hospedeiro em que o fungo foi encontrado, os sintomas da doença, as características macromorfológicas e micromorfológicas são suficientes para classificar o espécime encontrado. Na atual árvore taxonômica, *B. heveae* encontra-se no reino: Fungi Bartling, 1830; sub-reino: Dikarya Hibbett James & Vilgalys, 2007; filo: Ascomycota Cavalier-Smith, 1998; classe: Dothideomycetes Erikss. & Winka, 1997; ordem: Pleosporales Luttr. ex Barr, 1998; família: Pleosporaceae Nitschke, 1869; gênero: *Bipolaris* Shoemaker, 1959; espécie: *B. heveae* (Petch) Arx 1987.

Tabela 1. Características micromorfológicas de *Bipolaris heveae* a partir de diferentes hospedeiros e posição geográfica com valores mínimo e máximo dos atributos quantitativos.

	Conidióforo		Conídio		Fonte
	Cor ⁽¹⁾	Tamanho (μm) ⁽²⁾	Cor ⁽¹⁾	Tamanho (μm) ⁽²⁾	
<i>Helminthosporium heveae</i> Petch, 1906	4	C = 80–200	3	C = 100–120 x L = 15–18	8–11 Petch (1906)
<i>Bipolaris heveae</i> (Elis, 1971)	1	C > 200 x L = 6–8	2	C = 90–130 x L = 15–21	6–11 Tsukiboshi et al. (2005)
<i>Bipolaris heveae</i> (Petch) Arx, 1987 ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-
<i>Bipolaris heveae</i> (Petch) Arx emend. J.J. Muchovej & R.M.C. Muchovej	1	C = 65–223,2 x L = 5,2–10	2	C = 77,5–131,3 x L = 11,3–23,2	6–13 Tsukiboshi et al. (2005)
<i>Bipolaris heveae</i> (Petch) Arx, 1987	4	C = 92–335 x L = 4–9	5	C = 62–130 x L = 13–21	5–9 Manamgoda et al. (2014)
<i>Bipolaris heveae</i> CHB01	1	C = 50–236,9 x L = 7,5	2	C = 62,5–97,5 x L = 12,5–15,0	6–11 -

⁽¹⁾1 = Marrom-clara média a marrom-clara mínima. 2 = Dourada média a dourada mínima ou marrom-avermelhada. 3 = Marrom a marrom-escura e brilhosa à luz. 4 = Marrom-clara mínima a marrom olivácea. 5 = Dourada média a marrom olivácea (marrom-clara = castanho-clara, mínima = pálida).

⁽²⁾C = Comprimento. L = Largura. ⁽³⁾NS = Número de septos. ⁽⁴⁾Não consultado.

O padrão de germinação dos esporos foi monopolar e bipolar sem nenhum conídio com germinação a partir de célula intermediária. A média aritmética da frequência acumulada absoluta em porcentagem, mfa (%), de conídios germinados indistintamente do padrão de germinação foi 100%. A mfa (%) ± dp de conídios com germinação do tipo monopolar foi 58% ± 8% e a mfa (%) ± dp de conídios com germinação do tipo bipolar foi 42% ± 8%. A germinação de conídios do gênero *Bipolaris* é principalmente monopolar ou ambos, monopolar e bipolar, conforme encontrado neste trabalho, mas não a partir de célula intermediária (Alcorn, 1983). Essa característica genética é suficientemente robusta para separar fungos desse gênero de fungos do gênero *Drechslera* Ito 1930 que apresentam germinação do tipo monopolar e de célula intermediária ou apenas germinação monopolar.

Outra característica genética que se soma ao padrão de germinação, para a diferenciação dos gêneros oriundos de *Helminthosporium* Link 1809, é o tipo de hilo dos conídios, o qual é fortemente protuberante em *Exserohilum* Leonard & Suggs, 1974, levemente protuberante com parede celular truncada em *Bipolaris* e não protuberante, inserido em um contorno basal arredondado (*hilum atrium type*) no gênero *Drechslera* (Alcorn, 1983).

No padrão sintomatológico da doença mancha olho de pássaro em árvores no campo as manchas foliares são ocres, castanhas a marrom-escuras e angulares ou aproximadamente circulares (Figuras 2A e 2B). No estudo de patogenicidade, com inoculação de conídios em folíolos novos foram observados sintomas semelhantes àqueles encontrados em árvores no campo, contudo, os folíolos apresentaram lesões menores (Figura 2C), sem esporulação, provavelmente devido à condição ambiental da casa de vegetação não ter sido muito favorável à doença. Estudos em condições ambientais favoráveis padronizadas são necessários para avaliar melhor o efeito de *B. heveae* em *H. brasiliensis* e em outras plantas de interesse.

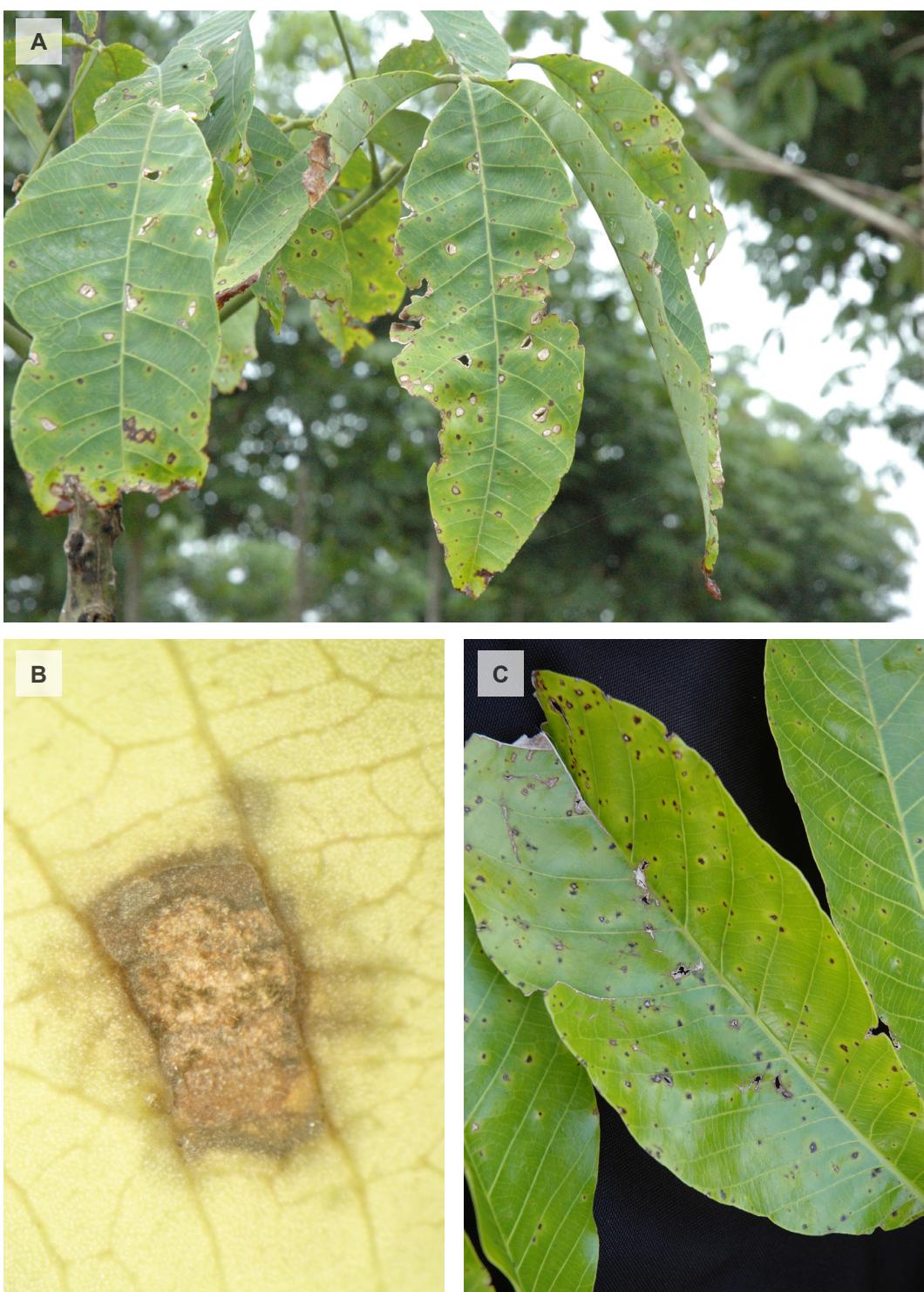


Figura 2. Folíolos maduros de *Hevea brasiliensis* com lesões da mancha olho de pássaro causada por *Bipolaris heveae*: clone CHB02 (A), clone CHB01 (B) e folíolos de seringueira no estádio D, clone CHB01 com sintomas da mancha olho de pássaro após 60 dias de inoculação e manutenção em casa de vegetação na Embrapa Acre (C).

Conclusões

O fungo *Bipolaris heveae*, agente causal da mancha olho de pássaro, provoca severas manchas foliares em dois clones de *Hevea brasiliensis* no estado do Acre. Esta pesquisa indica a necessidade de atenção quanto à sanidade de mudas para segurança biológica, ampliação da estratégia de melhoramento genético da seringueira e estudos epidemiológicos visando ao controle da doença.

Agradecimento

Os autores agradecem a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por ter permitido e apoiado este estudo dentro do projeto inscrito no Sistema Embrapa de Gestão (SEG), número 02.13.07.002.00.06.001.

Referências

- ALCORN, J. L. Generic concepts in *Drechslera*, *Bipolaris* and *Exserohilum*. **Mycotaxon**, v. 17, n. 1, p. 1-86, 1983.
- ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; MAFIA, R. G.; GONÇALVES, R. C. Isolamento de fungos fitopatogênicos. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. (org.). **Métodos em fitopatologia**. Viçosa: Editora UFV, 2007. V. 1, p. 53-90.
- ELLIS, M. B.; HOLLIDAY, P. *Drechslera heveae*. **CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria**, n. 343. London: United Kingdom. Commonwealth Agricultural Bureaux, 1972.
- FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. **Fungal databases, systematic mycology and microbiology laboratory ARS USDA**. 2016. Disponível em: <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>. Acesso em: 26 ago. 2021.
- GASPAROTTO, L., TRINDADE, D. R.; SILVA, E. M. **Doenças da seringueira**. Manaus: Embrapa-CNPSD. 1984. 71 p. (Embrapa-CNPSD. Circular técnica, 4). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/665222>. Acesso em: 26 ago. 2021.
- JAIMES SUÁREZ, Y.; ROJAS J. M. Enfermedades foliares del caucho (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) establecido en un campo clonal ubicado en el Magdalena Medio Santandereano (Colombia). **Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 12, n. 1, p. 65-76, 2011. DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol12_num1_art:216.
- LIU, Y. X.; SHI, Y. P.; DENG, Y. Y.; CAI, Z. Y. First report of leaf spot caused by *Bipolaris setariae* on rubber tree in China. **Plant Disease**, v. 100, n. 6, p. 1240, June 2016. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-15-1281-PDN>.
- MANAMGODA, D. S.; ROSSMAN, A. Y.; CASTLEBURY, L. A.; CROUS, P. W.; MADRID, H.; CHUKEATIROTE, E.; HYDE, K. D. The genus *Bipolaris*. **Studies in Mycology**, v. 79, n. 1, p. 221-288, Sept. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.simyco.2014.10.002>.
- MENDES, M. A. S.; SILVA, V. L. da; DIANESE, J. C. **Fungos em plantas no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa-SPI: Embrapa-Cenargen, 1998. 555 p.
- PETCH, T. Descriptions of new Ceylon fungi. *Helminthosporium heveae* Petch. **Annals of the Royal Botanic Gardens Peradeniya**, v. 3, n. 1, p. 8, 1906.
- TSUKIBOSHI, T.; CHUNG, W. H.; YOSHIDA, S. *Cochliobolus heveicola* sp. nov. (*Bipolaris heveae*) causes brown stripe of bermudagrass and zoysia grass. **Mycoscience**, v. 46, n. 1, p. 17-21, Feb. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/S10267-004-0204-X>.

Avaliação do Efeito da Sazonalidade na Produção in vitro de Embriões da Raça Nelore no Acre

Antônia Kaylyanne Pinheiro¹, José Marques Carneiro Junior², Jennifer Teodoro Ferreira Gregianini³, Helton Aparecido Garcia Gregianini⁴, Rafael Carneiro Ranucci⁵ e Ramon Regis Carneiro da Silva⁶

¹Bióloga, doutoranda em Sanidade e Produção Animal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

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

³Biomédica, mestranda em Sanidade e Produção Animal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁴Médico-veterinário, doutorando em Sanidade e Produção Animal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁵Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁶Graduando em Agronomia, Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, RO.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da sazonalidade na produção de embriões no Acre. Os dados utilizados foram de produção de embriões a partir de dez fazendas no Acre entre os anos de 2015 a 2018. Foi realizada análise estatística descritiva para obtenção de médias e desvios-padrão. Em seguida, utilizou-se o método de quadrados mínimos generalizados por meio do procedimento PROC GLM do programa estatístico SAS para verificar a significância do efeito fixo de ano e estação. Observou-se efeito significativo para ano em todas as variáveis avaliadas. As médias para número total de óócitos variaram de 24,57 a 31,60, para número total de embriões clivados de 11,23 a 23,64, para número total de embriões produzidos de 5,77 a 10,12 e para número total de prenhez de 1,39 a 3,09. Em relação ao efeito de estação do ano, a variação observada refletiu significativamente no número total de embriões clivados e número total de prenhez. Não houve efeito significativo para as variáveis número total de óócitos e número total de embriões produzidos. Conclui-se que o efeito de sazonalidade considerando o ano e estações do ano é significativo para produção de óócitos e embriões.

Termos para indexação: melhoramento genético, reprodução, efeitos fixos.

Introdução

A produção in vitro de embriões é uma biotécnica reprodutiva muito utilizada no Brasil e no mundo para uso em larga escala do potencial genético de fêmeas (Souza; Abade, 2019). De modo geral, essa biotécnica pode ser dividida em duas etapas, a obtenção dos óócitos da doadora e a laboratorial que está subdividida em maturação in vitro, fecundação in vitro e cultivo in vitro (Varago et al., 2008).

Na produção in vitro de embriões, os principais efeitos de estação e as variações de ano estão relacionados tanto aos parâmetros nutricionais quanto aos climáticos (Mello et al., 2016). No Brasil, os sistemas de criação de bovinos estão situados principalmente nas regiões tropicais, onde predominam animais da raça Zebuína devido à adaptabilidade a ambientes adversos.

Outro fator causador de estresse que interfere nos resultados da produção in vitro de embriões é a disponibilidade e qualidade dos alimentos, principalmente na produção a pasto (Almeida et al., 2007). Nesse sentido, as condições ambientais são um dos principais aspectos que afetam o comportamento dos animais e interferem diretamente nos índices reprodutivos e consequentemente na produção de óócitos e embriões (Azevedo et al., 2005; Peixoto et al., 2006; Veloso Neto et al., 2014).

Na literatura, trabalhos relatam a influência de estação do ano nos resultados da produção de embriões. Gama Filho et al. (2007), ao avaliar os efeitos da sazonalidade sobre a dinâmica folicular

ovariana e analisar a influência de temperaturas elevadas no desenvolvimento embrionário inicial em novilhas da raça Guzerá, encontraram influência de efeito de época, em que temperaturas elevadas comprometeram a qualidade dos óócitos e a capacidade de desenvolvimento dos embriões. Fernandes et al. (2001) observaram efeito de sazonalidade na produção in vitro de embriões bovinos em doadoras Nelore, com maiores índices de concepção devido à estação chuvosa.

Neves et al. (2016), avaliando doadoras Nelore, constataram diferença significativa na porcentagem de produção de embriões de acordo com a estação do ano, em que o período mais quente conduziu à menor taxa de embriões (35%) em relação ao período mais ameno (55%). Peixoto et al. (2007), ao avaliar taxa de prenhez de doadora Zebuína, entre 1992 e 1999, obtiveram efeito significativo em relação ao ano e estação.

No Acre a pecuária de corte é uma atividade que apresenta grande expressão econômica, principalmente na geração de emprego e renda para pequenos e médios produtores (Barbosa et al., 2015).

Nos últimos anos, a pecuária de corte no Acre passou por avanços significativos e a criação de animais puros, por meio da técnica de produção in vitro de embriões, tem sido intensamente utilizada para formação da base genética do rebanho e melhoria do padrão genético dos animais. Características relacionadas à produção in vitro de embriões envolvem processos biológicos complexos e vários estudos apontam fatores que interferem na produção, dentre eles o efeito de sazonalidade (estação e ano). Nesse sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da sazonalidade na produção in vitro de embriões no estado do Acre.

Material e métodos

Os dados utilizados neste trabalho referem-se a sessões de aspirações foliculares realizadas em 571 doadoras Nelore em dez fazendas localizadas no estado do Acre, no período de 2015 a 2018, fornecidos pela empresa In Vitro Acre localizada em Rio Branco, Acre.

Os óócitos foram coletados por meio da técnica de aspiração folicular por via transvaginal guiada por ultrassonografia (ovum pick-up – OPU). Após seleção, os óócitos foram encaminhados ao laboratório para maturação in vitro, fertilização in vitro e cultivo in vitro. Após essa etapa os embriões foram transferidos a receptoras aptas e sincronizadas para o processo de inovação e aos 30 dias foi realizado o diagnóstico de gestação.

Foram analisadas as seguintes variáveis: número total de óócitos, total de embriões clivados, total de embriões produzidos e total de prenhez.

Na variável relacionada ao número total de óócitos foi considerado o número total de óócitos viáveis; na variável total de embriões clivados, o total de embriões clivados em relação aos óócitos viáveis; na variável total de embriões, o total de embriões produzidos em relação aos embriões clivados; e na variável total de prenhez, o total de prenhez em relação aos embriões produzidos.

Foi realizada análise estatística descritiva para obtenção de médias e desvios-padrão. 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 do efeito fixo de ano e estação, considerando a produção in vitro de embriões entre a época chuvosa, seca e transição seca/chuva e os anos de 2015 a 2018.

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão descritos as médias e os respectivos desvios-padrão de número total de oócitos, número total de embriões clivados, número total de embriões produzidos e número total de prenhez por aspiração/vaca/ano.

Tabela 1. Número de aspiração folicular (N_{AF}), médias (\bar{X}) e desvios-padrão (DP) de número total de oócitos (NT_{OOC}) número total de embriões clivados (NT_{CLIV}), número total de embriões produzidos (NT_{EMB}) e número total de prenhez (NT_{PREN}) por aspiração/vaca/ano.

Ano	N_{AF}	NT_{OOC}	NT_{CLIV}	NT_{EMB}	NT_{PREN}
		$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$
2015	253	$31,60 \pm 21,32$	$23,64 \pm 15,92$	$10,12 \pm 9,31$	$3,09 \pm 3,77$
2016	376	$32,22 \pm 19,92$	$22,13 \pm 15,04$	$9,47 \pm 8,16$	$3,18 \pm 3,75$
2017	606	$25,96 \pm 18,55$	$17,35 \pm 13,29$	$8,31 \pm 7,90$	$2,48 \pm 3,42$
2018	56	$24,57 \pm 18,65$	$11,23 \pm 12,42$	$5,77 \pm 5,02$	$1,39 \pm 2,03$
Total	1.291	$28,83 \pm 19,75$	$19,71 \pm 14,67$	$8,89 \pm 8,22$	$2,76 \pm 3,57$
PR > F		< 0,0001*	< 0,0001*	0,0003*	0,0002*

*Diferença significativa a 5% de probabilidade.

Houve efeito significativo para o ano em todas as variáveis avaliadas ($p < 0,05$). As médias para NT_{OOC} variam de 24,57 a 31,60, para NT_{CLIV} teve variação entre 11,23 e 23,64, para NT_{EMB} foi de 5,77 a 10,12 e a variação para NT_{PREN} foi de 1,39 a 3,09. Verifica-se que as melhores produções ocorreram nos anos 2015 e 2016 com decréscimo entre 2017 e 2018. Entretanto, é difícil estabelecer com clareza quais fatores ocorreram nesses anos que poderiam explicar a significância desse efeito. Entretanto, o conhecimento da importância desse efeito permite sua inserção na modelagem estatística de forma mais acurada dos parâmetros genéticos desejados em possíveis avaliações genéticas regionais.

A temperatura anual máxima média entre os anos de 2015 a 2018 foi de $32,3^{\circ}\text{C} \pm 1,8^{\circ}\text{C}$; $32,7^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$; $32,3^{\circ}\text{C} \pm 1,4^{\circ}\text{C}$; e $31,8^{\circ}\text{C} \pm 1,4^{\circ}\text{C}$, respectivamente, a temperatura anual mínima média de $22,5^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$; $23,2^{\circ}\text{C} \pm 4,3^{\circ}\text{C}$; $21,9^{\circ}\text{C} \pm 1,8^{\circ}\text{C}$; e $21,6^{\circ}\text{C} \pm 2,1^{\circ}\text{C}$, respectivamente, e a precipitação média total anual foi de 167,60 mm; 140,14 mm; 187,04 mm; 187,25 mm. Apesar de 2016 ter sido o período mais seco, mais quente e com maior variação de temperatura, isso não afetou negativamente a produção de embriões in vitro (Pive) em relação aos anos de 2017 e 2018. Peixoto et al. (2007), analisando efeitos que afetam a taxa de prenhez em 6.806 doadoras da raça Zebuína entre 1992 e 1999, encontraram efeito de ano para as variáveis estudadas. Esses fatores foram atribuídos principalmente às condições ambientais como ar, temperatura e umidade.

Em relação ao efeito de estação do ano, a variação observada refletiu significativamente no NT_{CLIV} e NT_{PREN} ($p < 0,05$) no decorrer do ano (Tabela 2).

A época que apresentou menores índices de prenhez foi a chuvosa. Uma possível explicação para esse resultado é que o efeito significativo obtido para a variável prenhez está relacionado também à categoria da receptora que é muito afetada pelas condições de ambiente. Não foi observado efeito significativo para a estação do ano nas variáveis NT_{OOC} e NT_{EMB} ($p > 0,05$), contudo, ao escolher a época da aspiração folicular deve-se considerar a mais favorável à conversão de oócitos em prenhezes. Na literatura há relatos de significância para o efeito de estação do ano. Peixoto et al. (2007), avaliando a taxa de prenhez de doadora Zebuína, obtiveram efeito significativo para estação de ano, com as melhores taxas no outono. Da mesma forma, Neves et al. (2016), ao avaliar

influências climatológicas em vacas Nelore, constataram correlação entre a estação do ano e a taxa de Pive, sendo produzida a menor taxa de embriões no período mais quente.

Tabela 2. Número de aspiração folicular (N_{AF}), médias (\bar{X}) e desvios-padrão (DP) de número total de oócitos (NT_{OOC}), número total de embriões clivados (NT_{CLIV}), número total de embriões produzidos (NT_{EMB}) e número total de prenhez (NT_{PREN}) por aspiração/vaca/estação.

Época	N_{AF}	NT_{OOC}	NT_{CLIV}	NT_{EMB}	NT_{PREN}
		$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$
Chuvosa	314	29,39 ± 19,79	18,47 ± 15,17	8,01 ± 7,76	2,15 ± 2,93
Seca	732	27,98 ± 19,41	19,41 ± 13,87	9,20 ± 8,48	2,97 ± 3,82
Seca/chuva	245	30,65 ± 20,60	22,05 ± 16,10	9,10 ± 7,96	2,89 ± 3,46
Total	1.291	28,83 ± 19,75	19,71 ± 14,67	8,89 ± 8,22	2,76 ± 3,57
PR > F		0,1575 ^{ns}	0,0245*	0,0916 ^{ns}	0,0024*

^{ns} e *Diferença não significativa e significativa a 5% de probabilidade, respectivamente.

Conclusões

Quanto ao efeito de ano e das estações de ano, a sazonalidade apresenta relação direta na produção de oócitos e embriões, devendo dessa forma ser considerada em avaliações que tenham por objetivo a estimativa ou predição de parâmetros genéticos no Acre.

Referências

ALMEIDA, A. P.; SOUZA, A. L.; MENEZES, E. S. B.; ARRUDA, I. J.; RONDINA, D. Recentes avanços na relação entre nutrição e reprodução em ruminantes. **Revista Brasileira de Nutrição Animal**, v. 1, n. 2, p. 34-65, 2007.

AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, H.; MORATO, L. E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $1\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{4}$ e $7\frac{1}{8}$ Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, dez. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000600025>.

BARBOSA, F. A.; FILHO, B. S. S.; MERRY, F. D.; AZEVEDO, H. O.; COSTA, W. L. S.; COE, M. T.; BATISTA, E. L. S.; MACIEL, T. G.; SHEEPERS, L. C.; OLIVEIRA, A. R.; RODRIGUES, H. O. **Cenários para a pecuária de corte na Amazônia**. Belo Horizonte: Ed. IGC/UFMG, 2015. 146 p.

FERNANDES, C. E.; DODE, M. A. N.; GODOY, K.; RODOVALHO, N. Efeito estacional sobre características ovarianas e produção de oócitos em vacas *Bos indicus* no Mato Grosso do Sul. **Brazilian Journal of Veterinary Research Animal Science**, v. 38, n. 3, p. 131-135, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-95962001000300007>.

GAMA FILHO, R. V.; FONSECA, F. A.; UENO, V. G.; FONTES, R. S.; QUIRINO, C. R.; RAMOS, J. L. G. Sazonalidade na dinâmica folicular ovariana e produção embrionária em novilhas da raça Guzerá. **Brazilian Journal of Veterinary Research Animal Science**, v. 44, n. 6, p. 422-427, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/download/26607/28390#:~:text=Houve%20efeito%20sazonal%20no%20n%C3%A3o,Americo,ocorrendo%20maior%20persist%C3%A3ncia%20no%20ver%C3%A3o>. Acesso em: 10 maio 2021.

MELLO, R. R. C.; FERREIRA, J. E.; SOUSA, S. L. G.; MELLO, M. R. B.; PALHANO, H. B. Fatores ligados à doadora que influenciam na produção de embriões in vitro (PIVE). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 40, n. 2, p. 51-57, abr./jun. 2016. Disponível em: [http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v40/n2/p51-57%20\(RB604\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v40/n2/p51-57%20(RB604).pdf). Acesso em: 10 maio 2021.

NEVES, S.; CAVALIERI, F. L. B.; EMANUELLI, I. P. Influência das condições climatológicas nas variáveis reprodutivas de fêmeas bovinas da raça Nelore. In: MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8.; MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO TECNOLÓGICA E INOVAÇÃO, 1., 2016, Maringá. **Anais...** Maringá: Unicesumar, 2016.

PEIXOTO, M. G. C. D.; BERGMANN, J. A. G.; FONSECA, C. G.; PENNA, V. M.; PEREIRA, C. S. Effects of environmental factors on multiple ovulation of zebu donors. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 4, p. 567-574, ago. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000400019>.

PEIXOTO, M. G. C. D.; BERGMANN, J. A. G.; SUYAMA, E.; CARVALHO, M. R. S.; PENNA, V. M. Logistic regression analysis of pregnancy rate following transfer of *Bos indicus* embryos into *Bos indicus × Bos taurus* heifers. **Theriogenology**, v. 67, n. 2, p. 287-292, Jan. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.06.012>.

SOUZA, N. S.; ABADE, C. C. Produção *in vitro* de embriões bovinos: etapas de produção e histórico no Brasil. **Ciência Veterinária UniFil**, v. 1, n. 3, p. 95-108, mar. 2019. Disponível em: <http://periodicos.unifil.br/index.php/revista-vet/article/view/988>. Acesso em: 10 maio 2021.

SAS Institute. **User's guide: statistics**. Cary, NC, 2002. 525 p.

VARAGO, F. C.; MENDONÇA, L. F.; LAGARES, M. A.; Produção *in vitro* de embriões bovinos: estado da arte e perspectiva de uma técnica em constante evolução. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 32, n. 2, p. 100-109, abr./jun. 2008. Disponível em: <http://cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/RB152%20Varago%20pag100-109.pdf>. Acesso em: 10 maio 2021.

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. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/medicinaveterinaria/article/view/1188/993>. Acesso em: 10 maio 2021.

Avaliação da Produção de Embriões Bovinos Utilizando o Sêmen Sexado e Convencional

Jennifer Teodoro Ferreira Gregianini¹, José Marques Carneiro Junior², Helton Aparecido Garcia Gregianini³, Antônia Kaylyanne Pinheiro⁴ e Rafael Carneiro Ranucci⁵

¹Biomédica, mestranda em Sanidade e Produção Animal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

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

³Médico-veterinário, doutorando em Sanidade e Produção Animal,
Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁴Bióloga, doutoranda em Sanidade e Produção Animal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁵Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência da utilização de sêmen convencional e sexado e diferentes protocolos na produção in vitro de embriões no Acre. Foram utilizados dados de aspiração de 3.542 vacas, entre 2013 e 2016, fornecidos pela empresa In Vitro Acre. As etapas de produção in vitro de embriões, maturação in vivo, fertilização e cultivo in vitro foram realizadas no laboratório. A comparação da eficiência na clivagem e produção de embriões foi realizada por meio do uso de sêmen convencional e sexado. Avaliou-se ainda o efeito do tipo de protocolo Percoll 90%, Percoll 75% e Lavagem. Foram analisadas as variáveis número de óócitos clivados por vaca, número de embriões produzidos por vaca, porcentagem de embriões produzidos por cultivo in vivo, porcentagem de embriões produzidos por óócitos viáveis e porcentagem de embriões produzidos por óócitos clivados. Foi realizado o PROC GLM do SAS para verificação de diferenças significativas seguido pelo teste de Tukey quando necessário. Verificou-se que a utilização do sêmen sexado conduziu à menor eficiência no processo de produção de embriões, sendo significativas todas as diferenças entre as médias das variáveis em estudo. Observou-se superioridade dos métodos Percoll 90% e Lavagem em relação ao método Percoll 75%. Conclui-se que a produção in vitro de embriões é maior quando se utiliza sêmen convencional comparado ao sexado; e os métodos Percoll 90% e Lavagem conduziram à maior eficiência em relação ao método Percoll 75%, entretanto, esse fato se deve à menor eficiência do sêmen sexado.

Termos para indexação: maturação in vitro, fertilização in vitro, cultivo in vitro.

Introdução

A sexagem espermática permite rápido progresso genético, alta produtividade, melhora o bem-estar dos animais ao evitar castrações e reduz o impacto ambiental por restringir o nascimento de animais de sexo indesejado. Entretanto, para que a técnica de sexagem possa ser extensivamente aplicada é necessário que seja barata, eficaz e eficiente. Dessa forma, essa tecnologia, aliada à transferência de embriões e a programas de melhoramento genético, pode aumentar a rentabilidade da produção nacional de carne e leite (Pontes et al., 2010).

A principal vantagem do uso de sêmen convencional na produção in vitro é obter uma quantidade relativamente maior de embriões tanto de fêmeas como de machos, procurando-se a reposição com animais de qualidade genética. Já o uso do sêmen sexado na produção in vitro é mais desenvolvido para a aquisição de animais específicos, como por exemplo, na raça Girolando destinada ao leite, ou seja, o produtor tem a possibilidade de escolher o sexo e a raça do animal, sendo de grande importância para a indústria de laticínio, corte e produção de touros para repasse.

Alguns estudos têm sido realizados com o intuito de avaliar as alterações genéticas e epigenéticas decorrentes do uso do sêmen sexado na produção de embriões bovinos *in vitro* (Araújo et al., 2013). Nesse contexto, o presente trabalho visa avaliar a eficiência da utilização de sêmen convencional e sêmen sexado e diferentes protocolos na produção *in vitro* de embriões bovinos, no estado do Acre.

Material e métodos

Este trabalho foi realizado com dados de aspiração de 3.542 vacas das raças Nelore, Brahma e Senepol da empresa In Vitro Acre, especializada em reprodução bovina, localizada em Rio Branco, entre os anos de 2013 e 2016.

A fertilização *in vitro* (FIV) foi realizada após 24 horas de maturação dos oócitos em incubadora a 38,5 °C a 5% CO₂. Para realização da FIV utilizam-se dois principais protocolos: um para o sêmen convencional (Percoll 90%) e outro para sêmen sexado (Percoll 75%). A diferença entre eles está na preparação de cada método, sendo o Percoll 90% mais concentrado. Após a preparação e o aquecimento do meio de FIV com PHE (penicilamina, hipotaurina e epinefrina), heparina e antibiótico, nas suas respectivas medidas, é feita a fecundação, realizando o descongelamento da dose de sêmen em 39 °C para sêmen sexado e 36 °C para sêmen convencional, e em seguida a centrifugação. Para o protocolo de sêmen sexado a primeira rotação é feita a 10.000 rpm por 5 minutos e a segunda a 4.000 rpm por 3 minutos e, para sêmen convencional, a primeira rodada a 9.000 rpm por 5 minutos e a segunda a 1.000 rpm por 3 minutos.

Sabendo-se do processo de citometria de fluxo, procedimento necessário para a sexagem do sêmen, pode-se observar que após a centrifugação o Pellet de sêmen sexado é menos concentrado em espermatozoides que o de sêmen convencional, devido aos procedimentos para a sexagem.

Foi realizada comparação da eficiência na clivagem e produção de embriões por meio do uso de sêmen convencional e sêmen sexado, avaliou-se ainda o efeito do tipo de protocolo Percoll 90%, Percoll 75% e Lavagem.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de oócitos clivados por aspiração, porcentagem de embriões formados por cultivo *in vivo*, porcentagem de embriões formados por oócitos viáveis, porcentagem de embriões formados por oócitos clivados e total de embriões formados por vaca.

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva que constou de análise de variância pelo método de quadrados mínimos generalizados, utilizando-se o General Linear Models Procedure – PROC GLM – do Statistical Analysis System – SAS (SAS Institute, 2002), e quando necessário procedeu-se à aplicação do teste de média de Tukey ao nível de 1% de significância.

Resultados e discussão

Para todas as variáveis avaliadas a utilização do sêmen sexado conduziu à menor eficiência no processo de produção de embriões, sendo todas as diferenças observadas entre as médias significativas ($p < 0,01$). Em relação ao número de embriões produzidos por vaca, verifica-se, por exemplo, uma diferença de quase três embriões (Tabela 1). Segundo Schenk et al. (1999), durante o processo de separação do espermatozoide, a célula espermática é exposta a vários tipos de estresses (mecânicos e químicos) que podem lhe causar danos, o que resulta na baixa taxa de desenvolvimento embrionário na produção *in vitro*, comparando-se com a utilização do sêmen convencional.

Tabela 1. Médias e desvios-padrão (DP) para número de óócitos clivados por vaca (NOCV), número de embriões produzidos por vaca (NEPV), porcentagem de embriões produzidos por cultivo in vivo (PEPCIV), porcentagem de embriões produzidos por óócitos viáveis (PEPOV), porcentagem de embriões produzidos por óócitos clivados (PEPOC) com a utilização de sêmen convencional e sexado.

Variável	Convencional		Sexado	
	$\bar{X} \pm DP$	Mín. – Máx.	$\bar{X} \pm DP$	Mín. – Máx.
NOCV*	18,70 ± 13,47	0–134	12,40 ± 6,91	0,5–31,7
NEPV*	7,50 ± 6,11	0–55	4,37 ± 3,57	0–20
PEPCIV*	29,52 ± 17,77	0–100	22,34 ± 14,18	0–100
PEPOV*	37,14 ± 29,56	0–100	28,90 ± 18,18	0–100
PEPOC*	32,35 ± 18,61	0–100	23,68 ± 14,16	0–100

*Significativo a 5% de probabilidade.

A utilização do sêmen sexado parte da premissa de que é necessário um pequeno número de espermatozoides para fertilização do óóbito (Lu et al., 1999). Entretanto, segundo Sartori et al. (2004), o número de espermatozoides presentes na zona pelúcida de óocitos degenerados e não fertilizados é maior com a utilização do sêmen não sexado, indicando que muitas vezes a quantidade de espermatozoides é insuficiente para fertilizar os óocitos. Observa-se ainda na Tabela 1 que a utilização do sêmen sexado, apesar das vantagens, requer maior número de óocitos aspirados, uma vez que a média do número de óocitos clivados por vaca (12,40) é significativamente menor do que quando se utiliza sêmen convencional (18,70). Devido à melhor motilidade e concentração do sêmen convencional o índice de produção de embriões in vitro referente à quantidade de óocitos maturados é superior em relação ao sêmen sexado que possui uma menor concentração de espermatozoides (Beltrame, 2010).

Segundo Murta et al. (2013), o sêmen sexado é composto por baixa concentração espermática. Esse menor número de espermatozoide por dose de sêmen sexado causa uma perda de fertilidade comparando-se com a utilização do sêmen convencional. Devido à menor produção de embriões com o sêmen sexado, é necessária uma maior quantidade de óocitos para maturação e posterior fecundação, com objetivo de não prejudicar a logística no campo, devido à quantidade de receptoras sincronizadas (Dell'Aqua Júnior et al., 2006).

Contudo, apesar da menor eficiência observada com a utilização do sêmen sexado frisa-se que as vantagens podem compensar as perdas observadas no processo de produção de embriões. A utilização do sêmen sexado na produção in vitro de embriões permite reduzir o tempo de melhoramento e aumentar o ganho genético por geração em até 15% quando comparada ao sêmen convencional, dependendo do sistema de produção adotado (Oses et al., 2009; Tanno, 2009). Além disso, o uso do sêmen sexado tem como vantagem a obtenção de um produto desejado sem o desperdício de se adquirir embriões que não supram a necessidade.

Na Tabela 2 é possível observar os resultados para diferentes protocolos utilizados na produção in vitro de embriões. O método Percoll 90% é utilizado para o emprego do sêmen convencional e o método Percoll 75% para o sêmen sexado. Já o método Lavagem tem sido mais empregado para produção in vitro de embriões da raça Senepol, também para sêmen convencional. Observa-se, dessa forma, geralmente superioridade dos métodos Percoll 90% e Lavagem em relação ao método Percoll 75%. Para as variáveis NOCV, NEPV e PEPCIV os métodos Percoll 90% e Lavagem foram estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,001$) e diferentes do método Percoll 75% ($p < 0,001$). Esses resultados podem ser explicados devido ao estresse sofrido pelo espermatozoide durante o processo de separação, e também pelo processo de congelamento. Para as variáveis PEPOV e PEPOC não foram observadas diferenças estatísticas entre os métodos.

Tabela 2. Médias e desvios-padrão (DP) para número de óócitos clivados por vaca (NOCV), número de embriões produzidos por vaca (NEPV), porcentagem de embriões produzidos por cultivo in vivo (PEPCIV), porcentagem de embriões produzidos por óócitos viáveis (PEPOV), porcentagem de embriões produzidos por óócitos clivados (PEPOC) de acordo com o método.

Variável	Percoll 90%	Percoll 75%	Lavagem
	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$
NOCV	18,65 ± 13,11 A	11,95 ± 6,38 B	19,69 ± 18,88 A
NEPV	7,46 ± 5,91 A	4,26 ± 3,59 B	7,80 ± 9,20 A
PEPCIV	29,66 ± 17,80 A	22,18 ± 14,58 B	24,85 ± 15,02 B
PEPOV	37,38 ± 29,80 A	28,17 ± 17,80 A	31,38 ± 20,36 A
PEPOC	41,87 ± 23,82 A	36,23 ± 20,66 A	39,72 ± 21,79 A

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha são significativas pelo teste de Tukey ($p < 0,001$).

Neste estudo o método Percoll 90% foi mais empregado ($n = 804$) em relação aos métodos Percoll 75% ($n = 90$) e Lavagem ($n = 39$). Isso ocorreu pelo fato do método Percoll 90% ser utilizado para sêmen convencional e o Percoll 75% para sêmen sexado, já o método Lavagem é mais empregado para produção de embriões na raça Senepol.

Conclusões

Conclui-se que a produção in vitro de embriões é maior com o uso de sêmen convencional quando comparada ao uso do sêmen sexado.

Os métodos Percoll 90% e Lavagem conduzem à maior eficiência na produção de embriões em relação ao método Percoll 75%, entretanto, esse fato ocorre devido à menor eficiência do sêmen sexado.

Referências

ARAÚJO, 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, dez. 2013. DOI: <https://doi.org/10.36440/recmvz.v11i3.17370>.

BELTRAME, R. T. Análise de embrião na fertilização in vitro e transferência de embrião para doadoras nelore. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 1, p 17-23, jan./mar. 2010. DOI: 10.5216/cab.v11i1.4521.

DELL'AQUA JÚNIOR, J. A.; PAPA, F. O.; ARAÚJO JÚNIOR, J. P.; FREITAS, C. P.; PONCHIROLI, C. B.; FIGUEIREDO, A. S.; MELO, C. M.; ALBERTI, K.; CREPILHO, A. M.; SIQUEIRA FILHO, E. R.; ORLANDI, C. Aplicação do sêmen sexado na produção de embriões. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 34, p. 205-202, 2006. Suplemento. Edição do XX Annual Conference Of the SBTE. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/actavet/34-suple/anais%20sbte2006%20final.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

LU, K. H.; CRAN, D. G.; SEIDEL JUNIOR, G. E. In vitro fertilization with flow-cytometrically-sorted bovine sperm. **Theriogenology**, v. 52, n. 8, p. 1393-1405, Dec. 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(99\)00225-3](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(99)00225-3).

MURTA, D. V. F.; GOMES, V. C. L.; MARTINEZ, L. C. R. Uso de sêmen sexado em bovinos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 11, n. 20, p. 1-16, 2013.

OSSES, M. V.; TERUAL, M. T.; CABODEVILA, J. A. Utilización de semen bovino sexado em inseminación artificial, transferência embrionária y fertilización in vitro. **Revista Veterinaria**, v. 20, n. 2, p. 138-145, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.30972/vet.2021867>.

PONTES, J. H. F.; SILVA, K. C. F.; BASSO, A. C.; RIGO, A. G.; FERREIRA, C. R.; SANTOS, G. M. G.; SANCHES, B. V.; PORCINATO, J. P. F.; VIEIRA, P. H. S.; FAIFER, F. S.; STERZA, F. A. M.; SCHENK, J. L.; SENEDA, M. M. Large-scale in vitro embryo production and pregnancy rates from *Bos taurus*, *Bos indicus*, and indicustaurus dairy cows using sexed sperm. **Theriogenology**, v. 74, p. 1349-1355, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.06.004>.

TANNO, P. H. **Estudo das alterações morto funcionais de espermatozoides bovinos submetidos à sexagem por meio da técnica de citometria de fluxo.** 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Programa de Pós-graduação em Reprodução Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SARTORI, R.; SOUZA, A. H.; GUENTHER, J. N.; GEIGER, L. N.; SCHENK, J. L.; WILBANK, M. C. Fertilization rate and embryo quality in superovulated Holstein heifers artificially inseminated with X-sorted or unsorted sperm. **Animal Reproduction**, v. 1, n. 1, p. 86-90, Oct./Dec. 2004.

SAS Institute. **User's guide: statistics.** Cary, NC, 2002. 525 p.

SCHENK, J. L.; SUN, T. K.; CRAN, D. G.; SEIDEL JÚNIOR, G. E. Cryopreservation of flow-sorted bovine spermatozoa. **Theriogenology**, v. 52, n. 8, p. 1375-1391, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(99\)00224-1](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(99)00224-1).

Desempenho Produtivo do Milho em Resposta às Adubações Nitrogenada e Potássica em Cobertura no Acre

Jessé de França Silva¹, Tadálio Kamel de Oliveira², Geisy Cavalcante Silva³, Malena Lima⁴ e Giordano Bruno da Silva Oliveira⁵

¹Engenheiro-agrônomo, mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre, bolsista CNPq, Cruzeiro do Sul, AC.

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

³Engenheira-agrônoma, mestre em Produção Vegetal, Rio Branco, AC.

⁴Engenheira-agrônoma, Rio Branco, AC.

⁵Engenheiro florestal, doutor em Produção Vegetal, Rio Branco, AC.

Resumo – Apesar do aumento da demanda e da área cultivada com milho nos últimos anos, o rendimento da cultura ainda é baixo no Acre. O baixo aporte tecnológico nos cultivos e o uso reduzido de estratégias direcionadas ao manejo da fertilidade e conservação dos solos, além do elevado preço dos insumos, figuram dentre os principais fatores que contribuem para o baixo desenvolvimento da cadeia produtiva do milho no estado. O presente estudo objetivou avaliar o desempenho produtivo do milho em resposta às adubações nitrogenada e potássica aplicadas em cobertura, sob preparo convencional do solo. O experimento foi conduzido em Senador Guiomard, Acre, em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5, sendo dois níveis de adubação potássica (0 kg ha^{-1} e 60 kg ha^{-1} de K_2O) e cinco doses de nitrogênio (0 kg ha^{-1} , 50 kg ha^{-1} , 100 kg ha^{-1} , 150 kg ha^{-1} e 200 kg ha^{-1}), aplicados em cobertura. Foram avaliados a altura de plantas, altura de inserção de espigas, índice de espiga, estande final, massa de grãos por espiga e produtividade. Com exceção da massa de grãos por espigas e produtividade, as demais variáveis não foram influenciadas pelas adubações nitrogenada e potássica realizadas em cobertura. A massa de grãos por espiga apresentou resposta linear à adição de N. Para produtividade, verificou-se ajuste quadrático à adubação nitrogenada, de modo que o maior rendimento foi de $6.551,5 \text{ kg ha}^{-1}$, ao utilizar a dose de $157,2 \text{ kg de N ha}^{-1}$. A adubação nitrogenada em cobertura promove aumento da massa de grãos por espiga e da produtividade do milho.

Termos para indexação: manejo do solo, adubação, cultivo de grãos, Amazônia.

Introdução

O cultivo de milho figura entre as principais atividades agrícolas desenvolvidas no Brasil, sendo relevante sob os aspectos econômicos, sociais e ambientais. No País, o rendimento desse cereal está estimado em 5.690 kg ha^{-1} (milho de 1º safra) e 4.519 kg ha^{-1} (milho de 2º safra), produzido em áreas superiores a 4 e 12 milhões de hectares (Companhia Nacional de Abastecimento, 2021).

A demanda elevada mundialmente exige maior eficiência dos sistemas de produção, de forma que se abasteçam os diferentes mercados. Nesse cenário, a reposição mineral é fator essencial na determinação do rendimento da cultura, sendo o nitrogênio e o potássio os nutrientes demandados em maiores quantidades. A dinâmica complexa do N no solo, que envolve as suas transformações, mobilidade, aproveitamento pelas plantas e perdas, associados ao histórico de uso da área cultivada, dificulta as recomendações de adubação nitrogenada para regiões do Brasil devido às suas variabilidades, sobretudo, quanto aos aspectos edafoclimáticos (Bono et al., 2008; Goes et al., 2012; Portugal et al., 2017). Quanto ao potássio, nos solos brasileiros em geral, apesar da sua deficiência não ser proeminente quando comparado ao fósforo, a aplicação torna-se necessária, pois,

dentre as suas funções, atua sobre a massa individual e número de grãos por espiga, influenciando na qualidade da cultura (Silva et al., 2011).

Apesar dos avanços nos estudos direcionados à recomendação da adubação nitrogenada nos últimos anos, as condições de solo e clima das regiões brasileiras requerem recomendações efetivas que considerem as suas características intrínsecas. Conforme ressaltam Coelho e França (2013), o uso de adubos nitrogenados varia de acordo com a região.

No solo, o potássio apresenta elevada solubilidade e baixa força de adsorção ao sistema coloidal (Duiker; Beegle, 2006), de modo que, em condições de textura arenosa, recomenda-se o parcelamento (Foloni; Rosolem, 2008). Conforme pontua Coelho (2007), a taxa de acúmulo de K no milho ocorre no estádio vegetativo de desenvolvimento (30 a 40 dias após a semeadura), sendo essencial a presença desse nutriente em teores adequados. Contudo, conforme o mesmo autor, sob condições experimentais, as respostas do milho às adubações potássicas são menos expressivas quando comparadas ao nitrogênio e ao fósforo.

Estudos direcionados à avaliação dos efeitos da aplicação da adubação potássica em cobertura e seus possíveis benefícios sobre o rendimento do milho, associada à nitrogenada, ainda são incipientes nas condições edafoclimáticas da região Amazônica, com ênfase ao estado do Acre. Conforme ressaltam Petter et al. (2012), sob o mesmo bioma, a extração de adubações não é recomendada. Assim, é essencial para a efetivação de práticas aplicadas ao manejo do milho no Acre abordar a necessidade ou não da aplicação de adubos potássicos em cobertura em associação com o N, bem como, realizar estimativas das quantidades necessárias para atender a demanda nutricional da cultura durante todo o seu ciclo.

Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo do milho em resposta a doses de nitrogênio e níveis de adubação potássica em cobertura em sistema de preparo convencional do solo, no município de Senador Guiomard, Acre.

Material e métodos

O estudo foi realizado na Fazenda Água Bela (latitude 9°47'14.69"S e longitude 67°22'3.02"O – 185 m de elevação), situada ao longo da BR-317, no município de Senador Guiomard, Acre, no ano de 2018 e 2019. O clima é do tipo Aw (tropical quente e úmido) com chuvas no verão e uma estação seca de pequena duração. A precipitação anual média é de 2.000 mm e a temperatura média anual de 26,2 °C (Acre, 2010).

A área está situada sob Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura franco-arenosa, cujas características físico-químicas verificadas por meio da análise de amostras previamente coletadas na profundidade de 0 cm–20 cm foram: pH em água de H₂O 5,0; P disponível de 1,48 mg dm⁻³; K⁺ de 0,14 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ de 0,85 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ de 0,44 cmol_c dm⁻³; soma de bases de 1,43 cmol_c dm⁻³; CTC a pH7 de 4,89 cmol_c dm⁻³; saturação por bases de 29,2%; areia grossa 442 g kg⁻¹; areia fina 99 g kg⁻¹; argila 176 g kg⁻¹; e silte 283 g kg⁻¹.

A semeadura (mecanizada) foi realizada em novembro de 2018, em sistema de preparo convencional do solo (1 gradagem aradora e 1 gradagem niveladora). Para tanto, utilizou-se o híbrido AG 7088 PRO 3, caracterizado por apresentar ciclo precoce, porte médio, grãos semiduros, tolerante a doenças foliares. O espaçamento adotado foi de 85 cm entre linhas e densidade de seis sementes por metro linear. A adubação de base foi realizada mecanicamente, simultânea à semeadura do milho, utilizando 225 kg ha⁻¹ do formulado NPK 4-30-10 + micronutrientes.

A adubação de cobertura foi realizada por ocasião do estádio de desenvolvimento fenológico v4 (quatro folhas bem desenvolvidas), aos 19 dias após a semeadura. A aplicação foi realizada manualmente na linha de plantio, nas doses de 0 kg ha⁻¹, 50 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹, 150 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Utilizaram-se a ureia e o cloreto de potássio como fontes de nitrogênio e potássio, respectivamente.

Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de N e dois níveis de adubação potássica: sem aplicação de potássio em cobertura (sem) e com adubação em cobertura (com).

O experimento foi implantado em área com 1.600 m², com dimensões de 32 m x 40 m, contendo 40 unidades experimentais. A área das parcelas possuía dimensões de 4 m x 8 m (32 m²), sendo instaladas quatro linhas de plantio com 8 m de comprimento em cada parcela.

A colheita foi realizada aos 120 dias após a semeadura, por ocasião da maturidade fisiológica das espigas e quando apresentavam umidade inferior a 25%. Na área útil de cada parcela foram analisadas as seguintes variáveis: altura de plantas, medida após o florescimento em dez plantas de cada parcela; altura de inserção de espiga, obtida em dez plantas medidas da distância do nível do solo à inserção de espiga; índice de espiga, obtido a partir da divisão do número de espigas colhidas e o estande de plantas na área útil da parcela; estande final de plantas, determinado pela contagem do número de plantas na área útil da parcela; massa de grãos por espiga, por meio da divisão da massa de grãos pelo número de espigas de cada tratamento; e produtividade (kg ha⁻¹).

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade dos resíduos, pelo teste de Shapiro e Wilk (1965), e homogeneidade das variâncias pelo teste de Cochran (1941). Atendidos os pressupostos, realizou-se a análise de variância para verificar se houve influência significativa dos fatores analisados e interações mediante o teste F a 5% de significância. Para os níveis de adubação potássica, realizou-se o teste T. Para as variáveis influenciadas pelas doses de N realizou-se a análise de regressão.

Resultados e discussão

A altura de plantas, o estande final, a altura de inserção da espiga e o índice de espiga não foram influenciados pelas doses de nitrogênio e níveis de adubação potássica, de modo que também não se verificou interação significativa entre ambos (Tabela 1).

Para a altura de plantas, Neumann et al. (2019), avaliando o desempenho do milho, mesmo sob condições distintas do presente estudo, também não verificaram a influência de doses de N aplicadas em cobertura na cultura do milho. De forma semelhante, Bravin e Oliveira (2014), em estudo desenvolvido no Acre, não observaram diferenças significativas entre o porte das plantas, porém, verificaram influência do preparo do solo, de modo que, em sistema convencional, em geral, foram obtidas plantas com maiores alturas, o que foi associado à maior disponibilidade de N em decorrência do revolvimento do solo.

Uma vez supridas as demandas nutricionais das plantas, os processos de crescimento da área foliar e atividade fotossintética são influenciados positivamente, resultando em melhor crescimento em altura (Gomes et al., 2007; Silva et al., 2005; Büll, 1993). Nesse sentido, considerando que a disponibilidade de N influencia diretamente o crescimento das plantas, infere-se que a adubação de base supriu a demanda nutricional da cultura. Tal efeito foi verificado por Gomes et al. (2007), os

quais observaram que a aplicação de N por ocasião da semeadura proporcionou maior altura para as plantas, embora avaliando o desempenho do milho em condições edafoclimáticas distintas.

Tabela 1. Estande final, altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga (AIE) e índice de espiga do milho em sistema de preparo convencional do solo, no município de Senador Guiomard, Acre.

Tratamento	Estande final	AP (m)	AIE (m)	Índice de espiga
Adubação potássica				
Sem	55.588 a	2,10 a	1,12 a	0,99 a
Com	55.588 a	2,17 a	1,16 a	0,98 a
Doses de N em kg⁻¹				
0	53.125	2,05	1,05	0,96
50	58.088	2,12	1,17	1,00
100	56.250	2,10	1,15	0,97
150	55.514	2,25	1,22	0,99
200	54.963	1,98	1,12	0,98
CV (%) ⁽¹⁾	8,17	6,80	9,27	3,97

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra não diferem ($p < 0,05$) entre si pelo teste T.

Na adubação potássica, os resultados obtidos no presente estudo para a altura de plantas divergem dos apresentados por Petter et al. (2016), que verificaram incremento em altura quando se realizou o parcelamento (50% na semeadura e 50% 30 dias após a semeadura), sendo o cultivo também sob Latossolo de textura franco-arenosa. Os mesmos autores ressaltam que a diferença nos resultados obtidos para a aplicação de potássio em cobertura pode estar associada, sobretudo, às condições edafoclimáticas de cada região.

O estande final observado foi similar às populações de plantas obtidas por Mateus et al. (2020), ao avaliarem a resposta do milho a doses de N (0 kg ha⁻¹, 50 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹, 150 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹) em sistemas de monocultivo e integração lavoura-pecuária. Santos et al. (2013), mesmo sob Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa, também obtiveram resultado semelhante, pois não verificaram influência das doses de N (0 kg ha⁻¹ a 340 kg ha⁻¹) sobre o número final de plantas.

Nas condições do Acre, Silva et al. (2015) obtiveram populações de 52.221 plantas por hectare, inferiores às obtidas no presente estudo, cuja média geral foi de 55.588 plantas por hectare. O número mais elevado de plantas pode refletir em maiores quantidades de espiga e, consequentemente, produtividade mais elevada, dependendo do sistema de condução da lavoura.

De acordo com Borghi et al. (2004), a produtividade pode ser influenciada pela população de plantas, pois essas, conforme a densidade, ajustam o seu desenvolvimento, de maneira que, em geral, baixas densidades resultam em maior produtividade individual por planta, no entanto, a produção por área torna-se menor.

A variável altura de inserção de espiga influencia nas operações de colheita, pois pode reduzir as perdas de espigas não atingidas pela plataforma. Em geral, a altura média de inserção de espiga foi de 1,15 m. Mesmo que a altura não seja influenciada pela adubação potássica ou nitrogenada, esse valor é considerado satisfatório, pois, em estudos realizados em diferentes regiões do Brasil, também foram obtidas alturas similares para esse híbrido (Kanashiro et al., 2013; Cruz et al., 2015).

A altura de inserção de espiga deve ser considerada, sobretudo, quando da escolha do sistema de cultivo. Dessa forma, em sistemas integrados, por exemplo, espigas situadas em menores alturas dificultam as operações de colheita, podendo resultar no “embuchamento” da colheitadeira (Cortez et al., 2009).

A massa de grãos por espiga e a produtividade foram influenciadas apenas pelas doses de N em cobertura, não sendo verificada interação com a adubação potássica (Tabela 2).

Tabela 2. Massa de grãos por espiga e produtividade de milho em resposta aos níveis de adubação potássica (0 kg ha^{-1} e 60 kg ha^{-1} de K_2O) e doses de nitrogênio (0 kg ha^{-1} , 50 kg ha^{-1} , 100 kg ha^{-1} , 150 kg ha^{-1} , 200 kg ha^{-1}), em sistema integração lavoura-pecuária no município de Senador Guiomard, AC.

Tratamento	Massa de grãos por espiga (g)	Produtividade (kg ha^{-1})
Doses de K em kg ha^{-1}		
0 (sem K)	104,48 a	5.660,19 a
60 (com K)	106,97 a	5.785,26 a
Doses de N em kg ha^{-1}		
0	74,48	4.103,72
50	108,10	5.840,03
100	109,89	5.834,95
150	114,57	6.499,58
200	127,81	6.335,34
CV (%)⁽¹⁾	19,33	19,46

⁽¹⁾CV = Coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra não diferem ($p < 0,05$) entre si pelo teste T.

Os resultados obtidos para a massa de grãos corroboram com as observações realizadas por Takasu et al. (2014) e Parente et al. (2016), que também não verificaram influência da adubação potássica sobre essa variável. Entretanto, divergem dos apresentados por Silva et al. (2011), os quais comentam que o potássio influencia a massa de grãos, para tanto, é necessário que o nutriente esteja em teores adequados no solo.

A não interferência desse nutriente quando aplicado em cobertura sobre os componentes de produção de milho avaliados pode estar associada aos teores iniciais antes da semeadura, os quais são considerados médios ($0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ – $0,30 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), conforme as classes estabelecidas para os solos do Acre por Wadt e Cravo (2005). Assim, infere-se que apenas a adubação inicial foi suficiente para atender a demanda da cultura.

A textura do solo também pode ter contribuído para a inexpressividade da adubação potássica em cobertura. Conforme ressaltam Sangui et al. (2009), em solos arenosos e de baixa CTC, ocorre diminuição da adsorção eletroestática devido à redução do número de cargas negativas, haja vista os menores teores de argila, influenciando, dessa forma, a retenção e disponibilidade de K na solução do solo. Adicionalmente, sob condições de textura arenosa, recomenda-se o parcelamento da adubação potássica para doses maiores que 50 kg ha^{-1} (Foloni; Rosolem, 2008).

Ressalta-se, entretanto, que é essencial a aplicação de potássio no solo para evitar o esgotamento de suas reservas, de modo que o sistema de manejo adotado pode acentuar a demanda. Assim, conforme descrevem Costa et al. (2009), em sistemas de preparo convencional, em que se realiza

o revolvimento do solo, tal operação além de contribuir para a redução de matéria orgânica pode colaborar para perdas de K mediante lixiviação.

Quanto à influência do nitrogênio, a disponibilidade desse nutriente durante o enchimento de grãos é relevante. Conforme Cruz et al. (2008), se nessa fase os teores de N não estiverem disponíveis de acordo com as demandas da cultura, originam-se grãos com massa específica menor. Portanto, mesmo não sendo possível definir a dose de N máxima para a massa de grãos, verificou-se a relevância de sua disponibilidade para incrementos sobre essa variável. Observou-se ajuste linear crescente (Figura 1), resultado que corrobora com o de outros estudos, nos quais a resposta linear da massa de grãos por espiga a doses de N em cobertura também foi verificada (Thomazini et al., 2019; Costa et al., 2012; Souza et al., 2011).

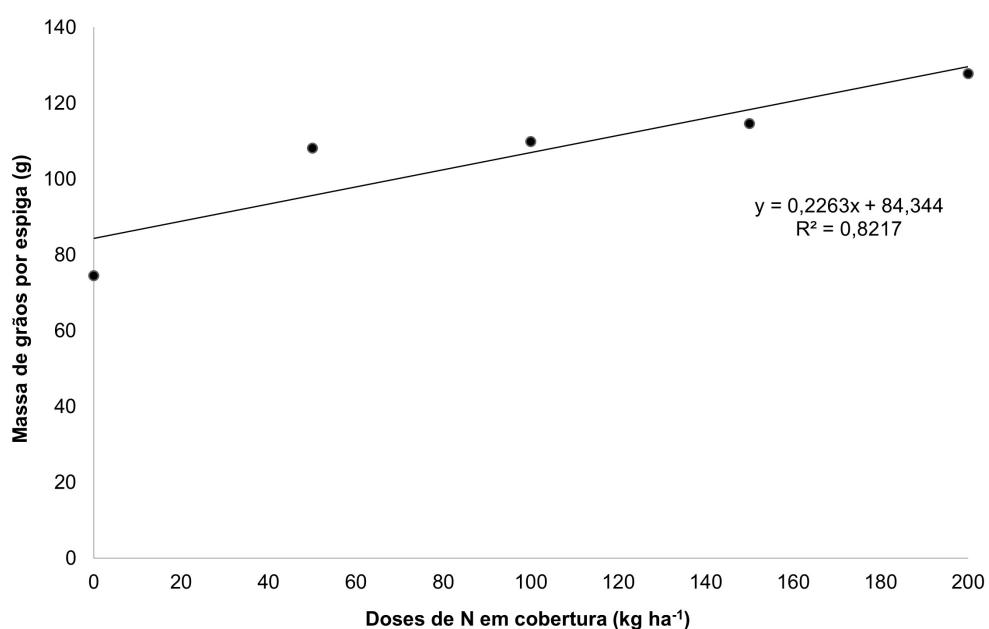


Figura 1. Massa de grãos por espiga em resposta a doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em Senador Guiomard, Acre.

Quanto à produtividade, verificou-se ajuste quadrático, de modo que a máxima produtividade observada foi de 6.551,5 kg ha⁻¹ ao utilizar a dose de 157,2 kg de N ha⁻¹ (Figura 2). O aumento da produtividade ao aplicar doses de N em cobertura também foi verificado por Souza et al. (2011), Caires e Milla (2016) e Mateus et al. (2020). Nas condições edafoclimáticas acreanas, Bravin e Oliveira (2014) também obtiveram aumento do rendimento produtivo em decorrência da adição de N em cobertura, tanto em sistema de cultivo convencional, como no plantio direto.

A produtividade verificada no presente estudo foi superior à média estadual atual (2.615 kg ha⁻¹) (IBGE, 2020). Dessa forma, esses resultados evidenciam a relevância do suprimento mineral no desenvolvimento dos cultivos, com ênfase ao nitrogênio, devido à sua influência no processo fotossintético e na constituição de proteínas nas plantas (Silva et al., 2005). De acordo com Coelho (2007), no período entre 40 dias após a semeadura e florescimento, a demanda por N é elevada, sendo o momento em que é absorvida a maior parte desse nutriente, conforme a sua necessidade. Assim, uma vez não disponível em teores adequados, o enchimento de grãos é prejudicado (Ferreira et al., 2001).

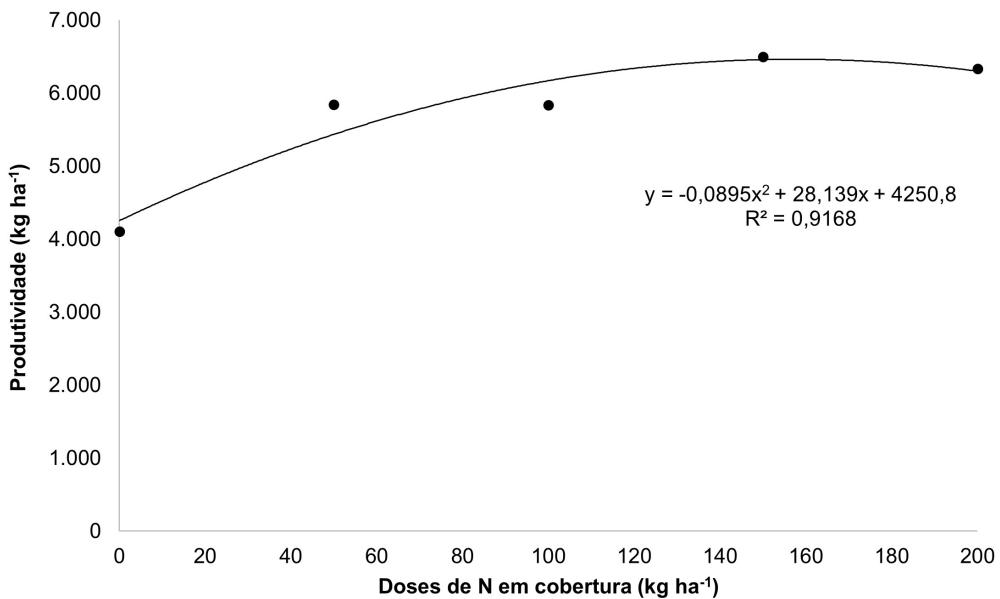


Figura 2. Produtividade de milho em resposta a doses de N em cobertura em sistema de preparo convencional em Senador Guiomard, Acre.

No presente estudo, apenas a massa de grãos por espiga e a produtividade foram influenciadas pela adubação com N, apresentando correlação positiva ($R = 0,96$). Conforme descrevem Mortate et al. (2018), a massa de grãos por espiga é uma das variáveis que mais influenciam a produtividade, podendo ser utilizada para mensurá-la com base no estande final. Kappes et al. (2014) comentam que a massa de grãos favorece o aumento da produtividade, sendo um importante componente para maximizar a produção.

Conclusões

A massa de grãos por espiga e a produtividade são influenciadas pela adubação nitrogenada em cobertura.

A máxima produtividade de milho em Latossolo Vermelho-Amarelo franco-arenoso, no Acre, é obtida com a dose de 152,9 kg de N ha⁻¹ em cobertura.

A adubação potássica em cobertura não influencia os componentes de produção do milho.

Referências

- ACRE (Estado). Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. **Recursos naturais:** geologia, geomorfologia e solos do Acre: zoneamento ecológico-econômico do Acre fase II - escala 1: 250.000. Rio Branco, AC: SEMA, 2010. 98 p. (Coleção temática do ZEE; Livro temático, v. 2).
- BONO, J. A.; RODRIGUES, A. P. D. C.; ALBUQUERQUE, J. C. de; YAMAMOTO, C. R.; CHERMOUTH, K. da S.; FREITAS, M. E. de. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 91-102, out./dez. 2008. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/258/210>. Acesso em: 15 set. 2021.

BORGHI, É.; MELLO, L. M. M. de; CRUSCIOL, C. A. C. Adubação por área e por planta, densidade populacional e desenvolvimento do milho em função do sistema de manejo do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 3, p. 337-345, Apr. 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v26i3.1840>.

BRAVIN, P. O.; OLIVEIRA, T. K. Adubação nitrogenada em milho e capim-xaraes sob plantio direto e preparo convencional em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 10, p. 762-770, out. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014001000003>.

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (ed.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAPOS, 1993. p. 63-145.

CAIRES, E. F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 87-95, jan./mar. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.160>.

COCHRAN, W. G. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. **Annals of Human Genetics**, v. 11, n. 1, p. 47-52, Jan. 1941. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-1809.1941.tb02271.x>.

COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 96). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/486122>. Acesso em: 15 set. 2021.

COELHO, A. M.; FRANÇA, E. **Nutrição e adubação do milho**. Pranchita, PR: CCPRAN, 2013. p. 1-17. Disponível em: http://ccpran.com.br/upload/downloads/dow_5.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Portal de Informações Agropecuárias**: safra – série histórica de grãos. 2021. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>. Acesso em: 15 set. 2021.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 2, p. 277-287, abr./jun. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162009000200011>.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. de A.; PARIZ, C. M.; BUZZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, ago. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000800003>.

COSTA, S. E. V. G. de A.; SOUZA, E. D. de; FLORES, J. P. C.; ANDRIGUETTI, M. H. Distribuição de potássio e de raízes no solo e crescimento de milho em sistemas de manejo do solo e da adubação em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, p. 1291-1301, set./out. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000500022>.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. da S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W. de; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema de plantio direto, no estado do Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 62-68, fev. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000100009>.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. de P. **Quatrocentas e setenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2015/16**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 28 p.

DUIKER, S. W.; BEEGLE, D. B. Soil fertility distributions in long-term no-till, chisel/disk and moldboard plow/disk systems. **Soil Tillage Research**, v. 88, N. 1/2, p. 30-41, July 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.04.004>.

FERREIRA, A. C. de B.; ARAÚJO, G. A. de A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 131-138, Mar. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000100020>.

FOLONI, J. S. S.; ROsolem, C. A. Produtividade e acúmulo de potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1549-1561, ago. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400019>.

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; VILELA, R. G. Nitrogênio em cobertura para o milho (*Zea mays L.*) em sistema plantio direto na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104299/1/Nitrogenio-cobertura.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

GOMES, F. G.; SILVA, A. G. da; ASSIS, R. L. de; PIRES, F. R. Nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, p. 931-938, out. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000500010>.

IBGE. Produção Agrícola Municipal 2020. **Tabela 839**: área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio do milho, 1^a e 2^a safras. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/839#resultado>. Acesso em: 12 nov. 2020.

KANASHIRO, R. K.; MINGOTTE, F. L. C.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho fenológico, morfológico e agronômico de cultivares de milho em Jaboticabal-SP. **Científica**, v. 41, n. 2, p. 226-234, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2013v41n2p226-234>.

KAPPES, C.; ARF, O.; BEM, E. A. D.; PORTUGAL, J. R.; GONZAGA, A. R. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 201-217, 2014. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p201-217>.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; PARIZ, C. M.; COSTA, N. R.; BORGHI, E.; COSTA, C.; MARTELLO, J. M.; CASTILLO, A. M.; FRANZLUEBBERS; CANTARELLA, H. Corn intercropped with tropical perennial grasses as affected by sidedress nitrogen application rates. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 116, n. 2, p. 223-244, Mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10705-019-10040-1>.

MORTATE, R. K.; NASCIMENTO, E. F.; GONÇALVES, E. G. de S.; LIMA, M. W. de P. Resposta do milho (*Zea mays L.*) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 1, p. 1-6, jan./mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v5i1.2202>.

NEUMANN, M.; HORST, E. H.; SOUZA, A. M. de; VENANCIO, B. J.; STADLER JUNIOR, E. S.; KARPINSKI, R. A. K. Avaliação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura em milho para silagem. **Agrarian**, v. 12, n. 44, p. 156-164, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i44.7195>.

PARENTE, T. de L.; LARAZINI, E.; CAIONI, S.; SOUZA, L. G. M. de; PIVETTA, R. S.; BOSSOLANI, J. W. Potássio em cobertura no milho e efeito residual na soja em sucessão. **Revista Agro@mbiente Online**, v. 10, n. 3, p. 193-200, jul./set. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i3.3258>.

PETTER, F. A.; ANDRADE, F. R.; ZUFFO, A. M.; MONTEIRO, M. M. de S.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A. de. Doses e épocas de aplicação de potássio no desempenho agronômico do milho no cerrado piauiense. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 3, p. 372-382, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v7i3.1218>.

PETTER, F. A.; SILVA, J. A. da; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A. de; ALCÂNTARA NETO, F. de; ZUFFO, A. M.; LIMA, L. B. de. Desempenho agronômico da soja a doses e épocas de aplicação de potássio no cerrado piauiense. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 3, p. 190-196, jul./set. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2012.057>.

PORUTGAL, J. R.; ARF, O.; PERES, A. R.; GITTI, D. de C.; GARCIA, N. F. S. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação do *Azospirillum brasiliense* em milho no Cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 4, p. 639-649, out./dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170074>.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; BIANCHET, P.; VARGAS, V. P.; PICOLI, G. J. Efeito de doses de cloreto de potássio sobre a germinação e o crescimento inicial do milho, em solos com textura contrastantes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 2, p. 187-197, 2009. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v8n02p%25p>.

SANTOS, L. P. D.; AQUINO, L. A.; NUNES, P. H. M. P.; XAVIER, F. O. Doses de nitrogênio na cultura do milho para altas produtividades de grãos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 270-279, 2013. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n3p270-279>.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, Dec. 1965. DOI: <https://doi.org/10.2307/2333709>.

SILVA, D. V.; OLIVEIRA, T. K.; KUSDRA, J. F.; KOLLN, F. T.; LIMA, A. A.; COSTA, K. B. A. Decomposition of ground biomass of secondary forest and yield of annual crops in no tillage system. **Revista Ceres**, v. 62, n. 6, p. 568-576, dez. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201562060009>.

SILVA, E. C. da; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LARANZINI, E.; SÁ, M. E. de. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 353-362, June 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000300005>.

SILVA, S. M. da; OLIVEIRA, L. J.; FARIA, F. P.; REIS, E. F. dos; CARNEIRO, M. A. C.; SILVA, S. M. da. Atividade da enzima nitrato redutase em milho cultivado sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica. **Ciência Rural**, v. 41, n. 11, p. 1931-1937, nov. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000136>.

SOUZA, J. A.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; SÁ, M. E. de; ARF, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 447-454, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052011000200028>.

TAKASU, A. T.; HAGA, K. I.; RODRIGUES, R. A. F.; ALVES, C. J. Produtividade da cultura do milho em resposta à adubação potássica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 154-161, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p154-161>.

THOMAZINI, G.; REICHEMBACK, M. P.; ARF, O.; GERLACH, G. A. X.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F. Inoculação de sementes com *Azospirillum brasiliense* e doses de nitrogênio mineral em milho cultivado em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 3, p. 396-407, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v18n3p396-407>.

WADT, P. G. S.; CRAVO, M. S. Interpretação de resultados de análises de solos. In: WADT, P. G. S. (ed.) **Manejo do solo e recomendação de adubação para o estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2005. p. 245-252.

Avaliação de Grupos Genéticos em Sistema de Produção Leiteiro Intensivo a Pasto no Acre

Marcos Nereu Luckner¹, José Marques Carneiro Junior², Antônia Kaylyanne Pinheiro³, Rafael Carneiro Ranucci⁴, Francisco Aloísio Cavalcante⁵ e Mauricio Santos Silva⁶

¹Médico-veterinário, mestre em Ciência Animal, Rio Branco, AC.

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

³Bióloga, doutoranda em Sanidade e Produção Animal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

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

⁵Médico-veterinário, mestre em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁶Médico-veterinário, doutorando em Sanidade e Produção Animal,
Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O objetivo deste estudo foi avaliar o uso de grupos genéticos bovinos para produção de leite em sistema intensivo de pastagem no Acre. Foram utilizados dados de produção leiteira de 46 matrizes do grupo genético Girolando e 59 do cruzamento Nelore x Holandesa denominado Nelorando em propriedade localizada no município de Rio Branco, AC. Foram analisados os parâmetros de produção de leite, intervalo entre partos, duração de lactação e produção de leite ajustada para 270 dias de 167 lactações com 1.499 controles de produção diária agrupados em quatro épocas do ano de controle. As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas pelo método REML/BLUP. A média estimada para produção de leite aos 270 dias de lactação e o desvio-padrão foram de 2.474,70 ± 256,52 para o grupo Girolando e 2.542,03 ± 269,36 para o grupo Nelorando com médias diárias de produção e desvio-padrão de 9,28 ± 2,49 e 10,23 ± 2,8, respectivamente. O intervalo entre partos médio encontrado na propriedade foi 12,85 meses (12,88 para Girolando e 12,83 para Nelorando). A duração de lactação para o grupo Girolando foi de 288,13 dias e para Nelorando de 273,47 dias. Para os parâmetros estudados não houve diferença significativa entre os grupos. Conclui-se que os grupos genéticos não divergem entre si e os efeitos ambientais são contornados quando se faz uso de tecnologias que favorecem a uniformidade de forrageiras com boa qualidade nutricional.

Termos para indexação: duração de lactação, intervalo entre partos, produção de leite.

Introdução

Nas últimas décadas, as questões relacionadas à alimentação e ambiente têm sido amplamente discutidas em diversos segmentos da sociedade. Isso se deve à mudança do perfil demográfico do crescimento da população mundial, crescente demanda por alimentos e pressão da sociedade por sistemas de produção sustentáveis com menos impacto ambiental (Pereira et al., 2014). Acompanhando esse crescimento global, o Brasil, País equilibrado entre oferta e demanda, tem que oferecer alimentos com alto valor qualitativo, baixo custo e ambientalmente corretos, evitando ocupar áreas destinadas à vegetação nativa ou produção de grãos. Dessa forma, o uso de tecnologias na agropecuária deve ser cada vez maior e a bovinocultura de leite deve participar no processo de quebra de paradigmas e adequações às novas demandas globais, a fim de suprir o aumento do consumo mundial de produtos lácteos (Pereira et al., 2014).

Para a agricultura familiar, a pecuária de leite é uma das principais atividades desenvolvidas, responsável por aproximadamente 32% do leite produzido no País, estando presente em 90% das propriedades brasileiras. Caracteriza-se pelo inexpressivo volume de produção diária, baixa rentabilidade por vaca e baixa inserção tecnológica (Zoccal et al., 2005, 2008). Para que a atividade leiteira seja lucrativa e competitiva, é necessário aumentar a produtividade dos animais explorados

dando ênfase às tecnologias disponíveis, exigindo que os produtores quebrem antigos hábitos e reformulem seus conceitos de produção (Ferreira; Miranda, 2007; Balancin Júnior et al., 2014).

Conforme dados do IBGE, a produtividade média na exploração de leite do rebanho brasileiro em 2015 foi de 1.609 L vaca⁻¹ ano⁻¹. Essa produção vem crescendo a cada ano, porém a maior parte é consequência do aumento do número de vacas ordenhadas e não do aumento da produção por animal (IBGE, 2015).

A baixa produtividade leiteira nos rebanhos, em muitas regiões brasileiras, tem como uma de suas causas principais a composição genética dos animais explorados, que resulta em baixa produção por lactação e em lactações curtas. Propriedades detentoras de animais com genética superior conseguem expressar todo seu potencial produtivo, quando associadas à utilização de técnicas eficazes de produção. Esses dois fatores estão diretamente ligados, pois geralmente em rebanhos melhorados também se observa maior adoção de tecnologias para aumento da produtividade (Ferreira; Miranda, 2007). Isso pode ser observado em regiões com climas e sistemas de produção semelhantes aos do estado do Acre.

No Acre a utilização de animais com baixo potencial genético é apontada como um dos principais gargalos para a baixa produtividade leiteira. Os produtores desenvolvem uma pecuária caracterizada pela baixa adoção de tecnologias básicas de manejo, nutrição, sanidade e genética. Nessas condições, a produção observada fica em torno de 3 kg a 5 kg vaca⁻¹ dia⁻¹, com uma sensível melhora no período chuvoso do ano (Carneiro Junior et al., 2009; Braga, 2016; Paiva, 2015; Sá et al., 2001), apresentando média de aproximadamente 712 L vaca⁻¹ ano⁻¹, conforme assinalado pelo IBGE (2015).

As consequências de práticas inadequadas são baixa produtividade, alto custo de produção e redução da rentabilidade da pecuária de leite. Nessa situação, muitos produtores têm prejuízo na comercialização do leite, quando são computados todos os custos da atividade (Valentim, 2006).

Frente aos dados encontrados para o estado do Acre, se faz necessário avaliar composições genéticas e tecnologias que permitem melhorar o desempenho da produtividade leiteira. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho produtivo e reprodutivo de dois grupos genéticos em sistema de produção intensivo a pasto no Acre.

Material e métodos

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos de pesagens da produção quinzenal do leite oriunda da Fazenda Rancho Vitrine, localizada na Rodovia AC-40, no km 16 do município de Rio Branco, estado do Acre, inserida nas coordenadas geográficas 10°05'12,3"S e 067°45'14,1"W. Avaliaram-se 167 lactações de 105 vacas multíparas, sendo 46 do grupo genético Girolando e 59 F1 Nelore x Holandesa (Nelorando), entre o período de abril de 2015 a novembro de 2016. Os dados reprodutivos de cobertura e inseminação artificial das matrizes utilizadas foram obtidos das informações registradas nos controles individuais de cada animal desde setembro de 2014.

A propriedade adota o sistema de produção de leite intensivo a pasto, com pastagens compostas pelo capim-mombaça (*Panicum maximum*) e áreas divididas em quatro módulos de piquetes, onde cada módulo é subdividido em 24 piquetes, sendo um dos módulos com tamanho total de 10.000 m², subdividido em piquetes de 416,6 m² e outros três com área de 20.000 m², subdivididos em piquetes de 833,3 m². Os corredores de acesso não são contabilizados na metragem total do módulo. A área de pastagem é adubada com produtos comerciais compostos por NPK, em intervalos de 2

anos e conforme análise de solo atualizada. Os piquetes são nutridos com ureia agrícola no dia subsequente à retirada dos animais do pastoreio, na quantia fixa de 50 kg ha⁻¹.

A propriedade está localizada em uma região que possui clima do tipo equatorial quente e úmido, caracterizado por altas temperaturas, com média máxima de 31 °C e mínima de 21 °C; umidade relativa do ar por volta de 80%; e precipitação pluviométrica de 1.900 mm por ano; o período chuvoso estende-se de outubro a abril e déficit hídrico entre os meses de junho e setembro (Acre, 2010; Instituto Nacional de Meteorologia, 2017). Assim, para análise dos dados foram definidas quatro épocas, sendo: época 1 (chuvosa), dezembro a março; época 2 (transição chuva/seca), abril a maio; época 3 (seca), junho a setembro; e época 4 (transição seca/chuva), outubro a novembro.

Conforme os índices pluviométricos ocorridos durante as estações, a propriedade adota o seguinte manejo: no período de estação de seca, as pastagens são submetidas à irrigação mecânica com intervalo de 5 dias; já na estação chuvosa ocorre o controle de irrigação, sendo somente realizada se houver intervalo igual ou superior a 5 dias sem ocorrência de chuvas naturais.

Os animais são ordenhados mecanicamente em sala de ordenha tipo espinha de peixe, com curral de espera e canzil de contenção para alimentação após as ordenhas, conforme cronograma e divisão dos grupos de acordo com a produção diária de leite. Todos os animais são identificados com brincos na orelha e possuem cadastro individual e compartilhado no sistema informatizado da propriedade. O rebanho é composto por animais da raça Girolando e mestiços F1 do cruzamento das raças Nelore x Holandesa, denominados Nelorando, sendo formados grupos de vacas selecionadas conforme a produção de leite diária e denominados grupo de alta produção (GAP), grupo de média produção (GMP) e grupo de baixa produção (GBP), conforme Tabela 1.

O sistema consta de duas ordenhas diárias sem acompanhamento do bezerro. Nessa rotina, primeiramente são ordenhadas as vacas GAP e demais em sequência, de acordo com seu grupo de produção; todos os animais recebem ração concentrada em quantidade proporcional à sua respectiva produção após cada ordenha (Tabela 1). A ração é produzida na propriedade e composta de milho triturado, farelo de soja, ureia pecuária, farelo de arroz e sal mineral, podendo variar conforme disponibilidade de matéria-prima no mercado fornecedor e exigências nutricionais dos grupos.

Tabela 1. Produção diária de leite e quantidade de ração fornecida por ordenha para cada grupo de vacas no Rancho Vitrine, em Rio Branco, 2017.

Grupo ⁽¹⁾	Produção de leite (kg dia ⁻¹)	Fornecimento da ração (kg ordenha ⁻¹)
GAP	> 20	2,5
GMP	15 a 19,9	1,5
GBP	10 a 14,9	1,0

⁽¹⁾GAP = Grupo de alta produção. GMP = Grupo de média produção. GBP = Grupo de baixa produção.

O leite produzido na fazenda é comercializado diretamente para fábricas de derivados lácteos. O controle leiteiro é realizado de forma individual com intervalos médios de 15 dias, utilizando balança digital aferida com o peso do conjunto de ordenha vazio e posteriormente com leite. As informações são anotadas em planilhas de campo e posteriormente repassadas para arquivos digitais específicos de administração da propriedade.

Os dados obtidos dos arquivos da propriedade foram organizados em planilhas Microsoft Excel, da seguinte forma: identificação da vaca; raça; data do último parto; data da cobertura/inseminação

artificial (IA); data do parto atual; data de secagem; data de pesagem do leite (kg) subdividida em produção da ordenha da manhã, produção da ordenha da tarde, média da produção do dia, para todas as 105 vacas e suas respectivas lactações (167), e pelas 20 datas de controles realizados.

Posteriormente, os dados existentes na planilha base foram compilados e reorganizados em colunas (formato Excel) para efeito de cálculos das seguintes variáveis: dias em lactação até a primeira pesagem; produção acumulada entre partos e primeira pesagem; produção total da lactação; tempo de lactação; produção ajustada para 270 dias.

Para determinação dos dias em lactação desde o parto até a primeira pesagem foi empregada a fórmula:

$$d_L = D_1 - D_{pa}$$

em que

d_L = dias em lactação entre o dia do parto e a primeira pesagem.

D_1 = data da primeira pesagem.

D_{pa} = data do parto atual.

A produção acumulada (kg) entre o parto e a primeira pesagem foi determinada pela fórmula:

$$P_{AC} = d_L \times C_1$$

em que

P_{AC} = produção acumulada (kg) entre o dia do parto e a primeira pesagem.

d_L = dias em lactação entre o dia do parto e a primeira pesagem.

C_1 = valor da primeira pesagem (kg).

Para o cálculo da produção total da lactação foi utilizada a fórmula adaptada de acordo com o método oficial regulamentado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 1986), salientando-se, entretanto, que a propriedade avaliada utiliza como padrão o encerramento da lactação dos animais como o dia da última pesagem de leite.

Para o cálculo da produção total de leite (P_{total}) até o último dia de lactação empregou-se a equação:

$$P_{total} = C_1 \times d_1 + \sum \left(\frac{C_i + C_{i-1}}{2} \right) \times d_i + C_n \times d_n$$

em que

C_1 = valor da primeira pesagem (kg).

d_1 = dias entre a data do parto e da primeira pesagem.

C_i = pesagem (kg) do controle de índice i .

C_{i-1} = pesagem (kg) do controle anterior ao C_i .

d_i = dias entre os controles C_i e C_{i-1} .

C_n = pesagem (kg) do último controle.

d_n = dias entre a data do último controle de pesagem até a data de secagem.

Para determinação do tempo de lactação empregou-se a data de secagem subtraída da data de parto, na seguinte fórmula:

$$T_L = D_s - D_p$$

em que

T_L = tempo de lactação em dias.

D_s = data de secagem.

D_p = data do parto atual.

O cálculo da duração da lactação ajustada para 270 dias e da produção foi realizado em quatro operações:

a) Determinação da data na qual cada animal completa os 270 dias de lactação a partir da data do parto atual, usando a fórmula:

$$D_{270} = D_p + 270$$

em que

D_{270} = data aos 270 dias.

D_p = data do parto atual.

b) Determinação do número de dias (d_{270}) decorridos entre as datas D_{270} e a do último controle (D_{ant}) antecedente à D_{270} , sendo D_{ant} localizada e identificada a partir dos dados de controle da produção individual. Calculou-se o número de dias (d_{270}) pela fórmula:

$$d_{270} = 270 - D_{ant}$$

c) Determinação da produção de leite entre D_{ant} e D_{270} utilizando-se a fórmula:

$$P_{DL270} = \sum_{i=1}^n Cn \times (1 - 0,0029)$$

em que

P_{DL270} = produção estimada entre D_{ant} e D_{270} .

Cn = pesagem (kg) do último controle antes da D_{270} .

n = número de dias para completar 270 dias (d_{270}).

O índice (1 – 0,0029) é o fator multiplicador de declínio diário de produção leiteira, do pico de produção até 270 dias, média estimada das margens de 8% e máxima de 10% ao mês, descritas por Scheller (2009), Caus et al. (2008) e por Coldebella et al. (2004), sendo os fatores de multiplicação de 1 – 0,0026 e 1 – 0,0033 ao dia, respectivamente.

d) A determinação da produção ajustada para 270 dias ($P270$) foi calculada pela seguinte equação:

$$P270 = C_1 \times N_1 + \sum \left(\frac{C_i + C_{i-1}}{2} \right) \times N_i + \sum_{i=1}^n Cn \times (1 - 0,0029)$$

em que

C_1 = valor da primeira pesagem.

N_1 = intervalo em dias entre data do parto e primeira pesagem.

C_i = controle de pesagem.

C_n = pesagem (kg) do último controle antes da D_{270} .

C_{i-1} = último controle de pesagem anterior ao C_i .

N_i = intervalo em dias entre controles C_i e C_{i-1} .

n = quantidade de dias entre a última pesagem de leite até completar 270 dias.

As características avaliadas foram a produção de leite, intervalo entre partos e duração da lactação de dois grupos genéticos de vacas leiteiras, um composto por vacas Girolando e o outro por vacas mestiças Nelore x Holandesa (Nelorando).

Verificada sua consistência, os dados foram analisados por meio de estatística descritiva que constou de análise de variância pelo método de quadrados mínimos, utilizando-se o General Linear Models Procedure – PROC GLM do Statistical Analysis System – SAS (SAS Institute, 2002), para identificar os efeitos fixos que afetavam significativamente a $P270$, a produção diária e demais características analisadas.

Os valores genéticos dos grupos analisados foram obtidos por meio do programa MTDFREML (Boldman et al., 1995). Foram adotados o coeficiente de herdabilidade e componentes de variância genética e ambiental obtidos no estado do Acre, conforme Braga (2016).

Por meio dessas metodologias, foram formados os grupos de contemporâneos com os efeitos fixos Ano, Mês e Época da data de parto de animais com três ou mais controles leiteiros, por produção de leite no dia de controle.

O modelo animal unicaractere usado para predizer os valores genéticos foi:

$$Y_{ij} = \mu + GC_i + \alpha_{ij} + e_{ij}$$

em que

Y_{ij} = produção de leite acumulada até 270 dias ($P270$) observada no animal j pertencente ao grupo contemporâneo i.

μ = média geral.

GC_i = efeito do grupo contemporâneo i formado pela combinação de rebanho-ano-mês de nascimento e época do controle.

α_{ij} = efeito genético aditivo direto do animal j pertencente ao grupo contemporâneo i.

e_{ij} = efeito residual.

Foi considerado o modelo animal na forma matricial e empregado o seguinte modelo para análise dos dados, representado por:

$$y = X\beta + Z\alpha + e$$

em que

y = vetor das observações nos animais (produção de leite ($P270$), produção diária, duração de lactação).

β = vetor de efeitos fixos desconhecidos.

α = vetor de efeitos aleatórios de valores genéticos aditivos dos animais desconhecidos.

e = vetor de efeitos aleatórios ambientais/erros desconhecidos.

X e Z = matrizes correspondentes às observações, para efeitos fixos, efeitos aleatórios genéticos aditivos dos animais, respectivamente, para os quais assume:

As pressuposições acerca da distribuição de y , a e e podem ser descritas como:

$$\begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} \sim N \left\{ \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} ZGZ' + R & ZG & R \\ GZ' & G & \emptyset \\ R & \emptyset & R \end{bmatrix} \right\}$$

em que

G = matriz de variâncias e covariâncias dos efeitos aleatórios do vetor a .

R = matriz de variâncias e covariâncias residuais.

As matrizes G e R são descritas como:

$$G = A_\emptyset G_0$$

em que

A = matriz que indica o grau de parentesco entre os indivíduos.

G_0 = matriz de variâncias e covariâncias genéticas aditivas entre as características que compõem as observações.

\emptyset = operador produto direto entre as matrizes, e:

$$R = I_\emptyset R_0$$

em que

I = matriz identidade de ordem igual à dimensão linha de y .

R_0 = matriz de variâncias e covariâncias residuais entre as características que compõem as observações.

\emptyset = operador produto direto entre as matrizes.

Resultados e discussão

Observa-se na Tabela 2 que os valores relacionados à produção de leite para os grupos genéticos Girolando e Nelorando são semelhantes aos observados em outras regiões do Brasil, como sustentam Ruas et al. (2005), que estudaram lactações de vacas F1 do cruzamento da raça Holandesa com Gir, Guzerá, Azebuado e Nelore em nove ordens de partos, realizado em sistema de produção semelhante ao da propriedade em estudo. As pastagens eram de braquiárias e com suplementação composta de silagem de milho e/ou cana-de-açúcar nas épocas de seca e fornecimento de ração concentrada de acordo com a produção. Naquelas condições, observou-se que as F1 Holandesa x Azebuado e Holandesa x Gir tiveram produções maiores e/ou similares. Quando comparadas as vacas F1 Holandesa x Guzerá e Holandesa x Nelore entre si, Ruas et al. (2005) observaram que as produções foram similares e concluíram que todos os grupos genéticos estudados por eles podem ser utilizados na produção de leite.

Tabela 2. Médias (\pm DP) (kg) de produção de leite diária não ajustada (PLDCñ), do total da produção de lactação não ajustado (PLñ), produção da lactação ajustada (P270) e da duração de lactação (dias) (DL) dos grupos genéticos Girolando e Nelorando. Rio Branco, Acre, 2017.

Parâmetro	Girolando		Nelorando	
	Média	Lactação	Média	Lactação
PLDCñ	9,28 \pm 2,49	66	10,23 \pm 2,86	93
PLñ	2.500,65 \pm 979,79	63	2.552,45 \pm 968,45	87
P270	2.421,23 \pm 668,32	73	2.610,40 \pm 725,14	99
DL	288,13 \pm 73,3	51	273,47 \pm 57,95	63

Com o ajuste das produções de leite para o período de 270 dias de lactação (*P270*), observou-se que as PLñ dos grupos em estudo estiveram próximas quando comparadas à *P270* (Tabela 2). Após o ajuste das produções de leite, os dados foram compilados a fim de realizar a composição dos grupos de contemporâneos (GC) formados pelos efeitos fixos Ano, Mês e Época para a data de parto e pela data do controle de produção de leite, de animais com três ou mais controles leiteiros (Tabela 3), sendo estabelecidos 23 grupos de contemporâneos (GC) com 167 lactações analisadas e média de 2.550,93 kg (\pm 703,939 DP). Foram descartados os grupos números 2 e 16, por apresentarem animais com menos de três controles leiteiros.

Tabela 3. Grupos de contemporâneos (GC) formados a partir dos efeitos fixos Ano, Mês e Época do parto de animais com três ou mais controles leiteiros, número de lactações para cada GC e suas médias (kg) de produção ajustada (*P270*) dos grupos genéticos Girolando e Nelorando. Rio Branco, Acre, 2017.

GC	Nº de lactação	Média das <i>P270</i> dos GC
1	3	1.540,4
2 ⁽¹⁾	-	-
3	3	2.070,2
4	4	2.245,5
5	3	2.008,9
6	13	2.306,5
7	11	2.019,5
8	18	2.517,1
9	8	2.901,8
10	13	2.526,1
11	10	2.533,6
12	5	3.104,5
13	7	2.845,6
14	5	2.474,5
15	6	2.860,5
16 ⁽¹⁾	-	-
17	7	3.045,4
18	4	2.942,1
19	6	2.626,1
20	11	2.733,5
21	4	3.111,2
22	5	2.672,2
23	8	2.798,6
24	5	2.420,7
25	8	2.135,0

⁽¹⁾Descartados por terem menos de três controles leiteiros de produção.

Ressalta-se que no presente estudo foi adotado ajuste aos 270 dias por ser tratar de cruzamentos envolvendo raça Zebuína que apresenta naturalmente menor persistência de lactação. Contudo, poucas pesquisas são realizadas com ajuste de produção em 270 dias, dificultando uma comparação direta com os dados analisados.

O grupo genético Girolando apresentou média e desvio-padrão de 2.421,23 kg (\pm 668,32 DP), valores inferiores aos de outras regiões do Brasil, mesmo considerando a possível produção de leite, entre as *P270* e *P305*, a qual não seria suficiente para alcançar médias produtivas encontradas

para a raça. Percebe-se isso ao confrontar dados da evolução produtiva ao longo dos anos, para *P305*, de animais de mesma composição genética, citados por Freitas et al. (2004), que estudaram 16.528 lactações de 7.779 entre 1991 e 2002, determinando que houve incremento na produção ao longo dos anos analisados, após encontrarem a evolução das médias de produção de leite (*P305*) de 3.490 kg (\pm 1.737 DP) para 3.722 kg (\pm 1.968 DP).

Os resultados de Freitas et al. (2004) descritos acima não diferem muito dos valores de lactações de 3.425 kg (\pm 50,99 DP), mostrados por Balancin Júnior et al. (2014), e dos dados de Cayo (2013), que estimou médias para primeiro parto de 3.854 kg, segundo parto de 4.204 kg e terceiro parto de 4.288 kg, trabalhos realizados com grupos genéticos $\frac{1}{2}$ sangue Holandesa x Gir e produções ajustadas para *P305*.

Santos (2011), ao analisar curvas de lactação e consumo de vacas F1 Holandesa x Zebu em sistema de pastejo, verificou para o grupo genético Holandesa x Nelore média de lactação de 3.335 kg e o grupo Holandesa x Gir apresentou média de produção de 3.938 kg, ambas com lactação ajustada para *P305*.

Quanto aos resultados obtidos para produção de leite não ajustada (*PLñ*) e produção de leite ajustada em 270 dias (*P270*) das fêmeas Girolando, nota-se que, em relação ao que é descrito para outras regiões do Brasil, desenvolveram produção inferior, mesmo sendo manejadas em sistema com lotação rotacionada intensiva de pastos. Constatase o fato comparando-se com os dados citados por Jacopini et al. (2012), os quais estudaram o melhor modelo de curva de lactação para ajuste dos dados de produção de leite no dia de controle de animais Girolando, em 525 vacas, e dados de parto de 1991 a 2010, pertencentes ao Arquivo Zootécnico da Embrapa Gado de Leite, e encontraram resultado de produção leiteira com média de 3.695,3 kg lactação⁻¹.

As médias das *PLñ* e *P270* para o cruzamento Nelorando (Tabela 2) foram superiores às encontradas para a raça base do cruzamento por Martinez e Santiago (1992), quando estudaram em torno de mil lactações de vacas da raça Nelore selecionadas para produção de leite. Nesse trabalho foram observadas produções totais entre 1.437 kg e 1.912 kg, indicando que o fator genético de produção de leite, incorporado pela utilização de touro holandês em vacas da raça Nelore, foi o responsável por elevar o potencial produtivo das F1. Esse fato dá suporte à utilização da raça como base no cruzamento, para formação de matrizes leiteiras mais adaptáveis às regiões de clima quente.

Santiago (2001), trabalhando com 147 vacas F1 Nelore x Holandesa e com dados aferidos pela Embrapa, da Fazenda Calciolândia no município de Arcos, MG, obteve dados ajustados *P305* de 3.444 kg, mas as médias da produção por lactação não ajustada foram de 2.894 kg por vaca, superiores às encontradas no presente estudo (Tabela 2). Essa diferença pode ser atribuída ao fato de que na propriedade avaliada pelo autor selecionam-se fêmeas da raça Nelore com aptidões direcionadas à atividade leiteira como base da formação das F1, o que não aconteceu no cruzamento realizado no Rancho Vitrine.

Os resultados obtidos no presente trabalho diferem substancialmente daqueles descritos por Braga (2016) sobre os parâmetros genéticos de vacas leiteiras mestiças para o estado do Acre, a qual observou que o rebanho local teve médias de produção de leite de 1.523,25 L (\pm 481,11 DP) para lactação ajustada para 305 dias. De acordo com a autora, a baixa produção se deve ao fato da população de vacas ser, na maioria, primíparas e filhas de touros mestiços com baixa aptidão leiteira. Essa constatação torna claro que com o emprego de tecnologias e cruzamentos realizados com base nas informações de melhoramento genético consegue-se elevar a produtividade local,

como demonstra a formação de F1 Nelorando, por meio da qual se pode igualar ou até superar as médias nacionais de produção.

Ao considerar os resultados obtidos na propriedade, usando sistemas de produção com mais tecnologias, pode-se validar a conclusão de Bezerra et al. (2011), que ao analisar registros coletados no período de 2000 a 2002, no estado do Piauí, sobre médias de produção de 4.513 kg de leite/vaca/lactação e 14,31 kg leite/vaca/dia, observaram que com o uso das tecnologias e manejos adequados é possível o sucesso nas atividades do agronegócio nas regiões estudadas.

O valor genético é a base para seleção de indivíduos dentro de uma população e emprega processos indiretos para estimar (predizer) os valores desempenhados para as características desejadas de cada animal avaliado. Neste estudo calculou-se o valor genético médio do rebanho e dos grupos genéticos estudados, com base nos dados das médias expostos na Tabela 4. O cálculo empregando dados individuais para a estimativa do valor genético previsto (VGP) para o rebanho resultou em 2.512,53 kg de média para a *P270*, que não foi estatisticamente significativo ($p > 0,05$). Ao comparar os VGP dos grupos analisados com o do rebanho estudado, observa-se que o grupo Nelorando apresentou a maioria dos animais acima da média do rebanho, enquanto para o Girolando foi o oposto.

Tabela 4. Médias (\pm DP) (kg) do cálculo do valor genético pela produção de leite no dia de controle (PLDC) e da lactação ajustada (*P270*) dos grupos genéticos Girolando e Nelorando. Rio Branco, Acre, 2017.

Grupo genético	Nº de animal analisado	PLDC	<i>P270</i>
Girolando	46	9,31 \pm 1,68	2.474,70 \pm 256,52
Nelorando	59	9,91 \pm 1,94	2.542,03 \pm 269,37

Na Tabela 5 observam-se 18 grupos de contemporâneos formados a partir das médias produtivas obtidas nos dias de controles, os quais resultaram em médias produtivas de 9,64 kg (\pm 3,52 DP) de leite, no rebanho total de animais analisados.

A análise de significância estatística para grupo de contemporâneos (GC) formado pelos efeitos fixos Ano, Mês e Época dos controles (PLDC), considerando o número de PLDC e média PLDC (Tabela 5), foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$). O resultado demonstra a importância de considerar esses efeitos no modelo estatístico para comparação entre as raças em estudo, significando que há fatores ambientais que influenciam na produção de leite (Tabela 6).

Verificou-se que o efeito Mês apresentou significância estatística ($p < 0,05$) quando foi considerado o rebanho todo, independentemente da constituição genética, mas quando analisado por grupo genético se apresenta estatisticamente não significativo ($p > 0,05$). O contrário ocorre com o efeito Ano, quando analisado para o rebanho total demonstra ser não significativo, porém ao analisar separadamente para o grupo genético Nelorando ocorre significância estatística ($p < 0,05$). Esse fato pode ter sido influenciado pela ordem de lactação dos animais desse grupo, como demonstrado por Ruas et al. (2005) que descrevem influência direta crescente conforme a ordem de lactação sobre a produção em cruzamentos F1 Nelore x Holandesa.

O efeito Época provavelmente tornou-se estatisticamente não significante ($p > 0,05$) pelo fato de que o sistema de produção intensivo utilizado faz uso de irrigação controlada, o que minimizou os efeitos climáticos. Resultado oposto ao observado por Barbas (2010) que, ao verificar influência dos fatores do meio ambiente na produção e reprodução de vacas mestiças Holandesa, Pardo-Suíça e Girolando em sistema de criação semi-intensivo no estado do Pará, obteve maiores médias de

produção de leite e duração de lactação nas épocas chuvosas, bem como influência positiva para os intervalos de parto (IEP) nas épocas menos chuvosas. Braga (2016) verificou que no estado do Acre as fêmeas tiveram suas produções aumentadas gradativamente nos períodos de transição de seca para chuva, chegando ao máximo nas épocas de chuvas. Isso foi revertido nos períodos de estações subsequentes, caindo gradativamente na transição chuva-seca e registrando os índices mais baixos na estação de seca.

Tabela 5. Grupos de contemporâneos (GC) formados com base nos efeitos fixos de Ano, Mês e Época da produção de leite no dia do controle (PLDC), número de controles de PLDC para cada GC e respectivas médias (kg) de produção de leite. Rio Branco, Acre, 2017.

GC	Nº de controle PLDC	Média PLDC dos GC
1	65	9,64
2	120	9,45
3	71	8,83
4	77	9,02
5	76	9,40
6	145	9,92
7	75	9,15
8	129	10,27
9	63	9,56
10	199	9,82
11	70	9,23
12	70	9,72
13	64	10,23
14	64	9,45
15	54	10,92
16	56	10,16
17	52	10,16
18	50	7,76

Tabela 6. Análise de variância dos efeitos fixos Ano, Mês e Época dos controles de produção de leite (PLDC) do rebanho total e dos grupos genéticos Girolando e Nelorando. Rio Branco, Acre, 2017.

Nível de significância	Efeito	Nº	Rebanho total	Girolando	Nelorando
	Mês	12	0,0233*	0,0729	0,3911
	Ano	2	0,2832	0,1783	0,0122*
	Época	4	0,8456	0,6689	0,8861
Nº de controles analisados			1.499	661	838

*Significativo ($p < 0,05$).

A composição genética do rebanho em estudo é superior à verificada em rebanhos tradicionais acreanos, os quais, em sua maioria, são compostos por animais mestiços e de baixo padrão genético. Conforme Paiva (2015) e Carneiro Junior et al. (2009), os baixos índices zootécnicos para produção de leite estadual têm sido decorrentes de vários fatores, como a baixa qualidade nutricional das forrageiras, principalmente no período de pouca disponibilidade de chuvas na região; o manejo inadequado dos animais; o baixo padrão genético do rebanho.

A análise do valor genético para produção de leite no dia do controle (PLDC) dos grupos estudados apresentou significância ($p > 0,05$), determinando o efeito estatístico não significativo das produções PLDC entre os grupos genéticos do rebanho estudado, ao nível de 5% de significância.

O valor médio da duração da lactação para o grupo genético Nelorando (273,47) foi similar aos 276 dias descritos por Santiago (2001). O grupo Girolando apresentou duração de 288,13 dias, maior que a encontrada por Jacopini et al. (2012), de 255 dias, ao analisarem o melhor modelo de curva de lactação para ajuste dos dados de produção de leite no dia de controle, porém similar aos valores para esse parâmetro assinalados por Bezerra et al. (2011) e Freitas et al. (2004) que encontraram lactações de 286,5 e 268 (± 78 DP) dias, respectivamente. Balancin Júnior et al. (2014) descrevem valor de 302,20 ($\pm 4,07$ DP) dias de lactação para fêmeas F1 Holandesa x Gir, portanto, superior ao calculado para o grupo Girolando. No estado do Acre, Paiva (2015), ao pesquisar sobre os aspectos socioeconômicos e produtivos da atividade leiteira, encontrou média de duração da lactação de 210 dias, inferior aos valores desse parâmetro em comparação tanto com o grupo Girolando quanto com o Nelorando.

Em relação aos intervalos de parto (IEP) foram obtidos valores médios de 12,88 e 12,83 meses, para Girolando e Nelorando, respectivamente, não sendo as médias estatisticamente diferentes entre si ($p < 0,05$), logo o grupo genético não influenciou a variável IEP. Esses valores de IEP são inferiores aos encontrados por Bezerra et al. (2011) no estado do Piauí, quando analisaram 199 lactações de apenas um rebanho, com IEP de 13,01. Pereira et al. (2013) estudaram diferentes métodos para determinar a eficiência reprodutiva de vacas mestiças Holandesa x Gir, na região do Vale do Paraíba, obtendo IEP de 13,3 meses, contudo, em situações de manejo e ambiente totalmente diferentes. Balancin Júnior et al. (2014) obtiveram em fêmeas F1 Holandesa x Gir intervalos de parto de 385,50 ($\pm 4,49$ DP) dias, superiores ao que apresenta Cayo (2013), sendo a menor média IEP de 414 dias em vacas dos grupos genéticos $\frac{1}{2}$ sangue Holandesa x Gir para animais no terceiro parto. O grupo Nelorando apresentou dados de IEP de 390,47 dias, superiores aos apresentados por Santiago (2001) de 452 dias.

Carneiro Junior et al. (2009) consideraram variações aceitáveis para IEP de 12 a 14 meses. Esses autores concluíram que intervalos de parto mais longos comprometem a economia da propriedade, uma vez que novos partos serão atrasados e, consequentemente, menos bezerros nascidos por vaca e as lactações subsequentes sofrerão reduções na produtividade. Prata et al. (2014) chegaram à conclusão semelhante, ao observar que a redução do IEP leva a um aumento na produção de leite/vaca/lactação, minimizando as perdas econômicas totais na produção de leite e de bezerros da propriedade (Tabela 7).

Provavelmente os menores valores de IEP observados neste trabalho (Tabela 7) tenham sido em razão da prática de um sistema gerencial mais rigoroso de controle reprodutivo. Destaca-se a atenção para a importância de uma gestão rigorosa na reprodução do rebanho para detectar e minimizar problemas na fecundação dos animais que tem grande influência no IEP como demonstrado por Leite et al. (2001), ao avaliar os efeitos de transtornos puerperais em vacas leiteiras, encontrando IEP médio de 14,6 meses.

Conforme relatado por Ferreira e Miranda (2007), a duração de lactação curta e o baixo potencial produtivo, que têm menor exigência nutricional, favorecem a recuperação de condição corporal dos animais, influenciando na reprodução. Escores corporais satisfatórios permitem que animais retornem rapidamente ao cio após os partos, uma vez que na propriedade estudada os animais apresentaram altas produções de leite iniciais, o que desfavorece o processo de retorno de cio para formação de nova gestação.

Tabela 7. Médias (\pm DP) em meses e dias dos intervalos entre partos dos grupos genéticos Girolando e Nelorando. Rio Branco, Acre, 2017.

Rebanho	Nº de animal analisado	Mês	Dia
Rebanho total	35	12,85 \pm 1,74	391,14 \pm 53,09
Girolando	16	12,88 \pm 1,83	391,93 \pm 55,92
Nelorando	19	12,83 \pm 1,71	390,47 \pm 52,12

Conclusões

Os grupos genéticos Girolando e Nelorando podem ser utilizados em sistemas de produção intensivo a pasto no Acre, ambos apresentando índices produtivos e reprodutivos semelhantes entre si e melhores aos observados em sistemas tradicionais no Acre.

Em sistema de produção intensivo a pasto, por causa da adoção de eficientes sistemas de irrigação, adubação e conservação das pastagens, os efeitos ambientais e climáticos são reduzidos sobre os índices zootécnicos.

O grupo genético Nelorando pode ser recomendado para uso em sistemas intensivos a pasto nas condições de manejo e nutrição semelhantes às observadas neste estudo.

Referências

ACRE (Estado). Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. **Recursos naturais:** geologia, geomorfologia e solos do Acre: zoneamento ecológico-econômico do Acre fase II - escala 1: 250.000. Rio Branco, AC: SEMA, 2010. 98 p. (Coleção temática do ZEE. Livro temático, v. 2).

BALANCIN JUNIOR, A.; PRATA, M. A.; MOREIRA, H. L.; FILHO, A. E. V; CARDOSO, V. L.; FARO, L. E. Avaliação de desempenho produtivo e reprodutivo de animais mestiços do cruzamento Holandês x Gir. **Boletim Industrial Animal**, v. 71, n. 4, p. 357-364, 2014. DOI: <https://doi.org/10.17523/bia.v71n4p357>.

BARBAS, C. C. **Produtividade de vacas mestiças leiteiras em sistema semi-intensivo nos municípios de Iritui e Mãe do Rio do nordeste paraense**. 2010. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará, Belém, PA. Disponível em: <http://200.239.66.58/jspui/handle/2011/4689>. Acesso em: 25 fev. 2021.

BEZERRA, E. E. A.; MAGALHÃES, J. A.; AZEVÉDO, D. M. M. R; PEREIRA, R. G. A.; TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L. Produção de leite e intervalo entre partos de um rebanho de vacas mestiças no Norte do Piauí. **PUBVET – Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 5, n. 1, art. 992, 2011. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/artigo/1208/producedilatildeo-de-leite-e-intervalo-entre-partos-de-um-rebanho-de-vacas-mesticcedilas-no-norte-do-piauacute#:~:text=As%20medias%20de%20intervalo%20entre,%2C31%20kg%2C%204.513%20kg>. Acesso em: 20 set. 2021.

BOLDMAN, K.; KRIESE, L.; VAN VLECK, L. D. **A set of program to obtain estimates of variances and covariances: a manual for use of MTDFRENL**. Lincoln: USDA/ARS, 1995. 115 p.

BRAGA, A. P. **Parâmetros genéticos de vacas mestiças em rebanhos leiteiros no Estado do Acre**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de Pós-graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

BRASIL. Portaria SNAP n. 45, de 10 de outubro de 1986. Normas técnicas para execução do serviço de controle leiteiro em bovídeos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 15 out. 1986, Seção 1, p. 15532-15535.

CARNEIRO JUNIOR, J. M.; SA, C. P. de; CAVALCANTE, F. A.; WOLTER, P. F.; NASCIMENTO, H. L. B. do; MARTINS, W. M. de O. Caracterização de pequenas propriedades leiteiras do Estado do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 19., 2009, Águas de Lindóia. **Visão estratégica de cadeias do agronegócio**: anais. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2009. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/511462>. Acesso em: 20 set. 2021.

CAUS, F. D.; KUNESKI, H. F.; SCHELLER, M.; JUFFO, E. E. L. D. Uso da modelagem matemática no estudo de curvas de lactação de vacas leiteiras holandesas da EAFRS. In: MOSTRA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA INTERDISCIPLINAR, 3.; FÓRUM NACIONAL DE INICIAÇÃO AO ENSINO MÉDIO E TÉCNICO, 1., 2008, Camboriú. **Anais...** Camboriú: UFSC: Colégio Agrícola de Camboriú, 2008.

CAYO, A. W. C. **Avaliação genética da produção de leite e de características reprodutivas de bovinos da raça Giroldo**. 2013. 130 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

COLDEBELLA, A.; MACHADO, P. F.; DEMÉTRIO, C. G. B.; RIBEIRO JUNIOR, P. J.; MEYER, P. M.; CORASSIN, C. H.; CASSOLI, L. D. Contagem de células somáticas e produção de leite em vacas holandesas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 623-634, jun. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000300011>.

FERREIRA, A. M.; MIRANDA, J. E. C. **Medidas de eficiência da atividade leiteira**: índices zootécnicos para rebanhos leiteiros. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. 8 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado técnico, 54). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/595838>. Acesso em: 20 fev. 2021.

FREITAS, A. F.; FREITAS, M. S.; COSTA, C. N.; TEIXEIRA, N. M.; MENEZES, C. R. A.; CUNHA, I. A.; LOPES JÚNIOR, J. Avaliação genética de vacas da raça Giroldo utilizando modelo animal. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga, SP. **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004. Disponível em: <http://sbmaonline.org.br/anais/v/trabalhos/pdfs/bl003.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.

IBGE. **Pesquisa pecuária municipal 2015**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2015/default.shtml>. Acesso em: 25 fev. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP**: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. 2017. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 3 fev. 2021.

JACOPINI, L. A.; BARBOSA, S. B. P.; LOURENÇO, D. A. L.; SILVA, M. V. G. B. Curvas de lactação de vacas Giroldo através de diferentes modelos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 9., 2012, João Pessoa. **Anais...** Chapecó: SBMA, 2012. Disponível em: <http://sbmaonline.org.br/anais/ix/trabalhos/>. Acesso em: 2 fev. 2021.

LEITE, T. E.; MORAES, J. C.; PIMENTEL, C. A. Eficiência produtiva em vacas leiteiras. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 467-472, jun. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000300017>.

MARTINEZ, M. L.; SANTIAGO, R. L. Nelore selecionado para a produção de leite. **Informe Agropecuário**, v. 16, n. 177, p. 16-18, 1992.

PAIVA, F. S. **Aspectos sócio econômicos e produtivos da atividade leiteira no Estado do Acre**. 2015. 46 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- PEREIRA, P. A. C.; FERREIRA, A. M.; CARVALHO, L. B.; VERNEQUE, R. S.; HENRY, M.; LEITE, R. C. Comparação dos índices de eficiência reprodutiva por diferentes métodos em rebanhos bovinos leiteiros. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 5, p. 1383-1388, out. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000500016>.
- PEREIRA, L. G. R.; MACHADO, F. S.; TOMICH, T. R.; CAMPOS, M. M.; RIBAS, M. N.; AZEVEDO, J. A. G. Bioeficiência e otimização de sistemas de produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RUMINANTES LEITEIROS, 1., 2014, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2014. p. 13-32.
- PRATA, M. A.; PEREIRA, M. C.; EL FARO, L.; CARDOSO, V. L.; VERCESI, F. A. E.; VERNEQUE, R. S.; BRUNELI, F. A. T.; PEIXOTO, M. G. C. D. Efeito do intervalo de parto sobre a eficiência produtiva e econômica em rebanhos Gir Leiteiro. **Boletim Industrial Animal**, v. 71, n. 1, p. 1-7, 2014. DOI: <https://doi.org/10.17523/bia.v71n1p1>.
- RUAS, J. R. M.; AMARAL, R.; NETO, A. M.; FERREIRA, J. J. Produção de leite e bezerro comercial com vacas F1 Holandês-Zebú. In: ENCONTRO DE MÉDICOS VETERINÁRIOS DOS VALES DO MUCURI, JEQUITINHONHA E RIO DOCE, 26, 2005, Teófilo Otoni. **Anais...** Teófilo Otoni: SRMVM, 2005.
- SÁ, C. P.; SANTOS, J. C.; CAVALCANTE, F. A.; NASCIMENTO, G. C.; GOMES, F. C. R.; VAZ, F. A. **Coeficientes técnicos, custos e investimentos necessários para estabelecer a atividade leiteira no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 2 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 145). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/500869>. Acesso em: 2 fev. 2021.
- SANTIAGO, R. L. Produção de F1 pelas fazendas Calciolândia e Colonial. In: ENCONTRO DE PRODUTORES DE F1, 3.; JORNADA TÉCNICA SOBRE UTILIZAÇÃO DE F1 PARA PRODUÇÃO DE LEITE, Juiz de Fora, 2001. **Anais...** Juiz de Fora, 2001. p. 77-82.
- SANTOS, S. A. **Curvas de lactação e consumo de vacas F1 Holandês x Zebu em pastejo e em confinamento**. 2011. 192 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SCHELLER, M. **Modelagem matemática na iniciação científica**: contribuições para o ensino médio técnico. 2009. 228 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SAS INSTITUTE. **User's guide**. Cary, 2002. 525 p.
- VALENTIM, J. F. **Produção e potencial para a agropecuária no Acre**. Rio Branco, AC: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais. Programa Estadual de Zoneamento Econômico-Ecológico do Estado do Acre – Fase II, 2006. 76 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125911/1/25688.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2021.
- ZOCCAL, R.; CARNEIRO, A. V.; JUNQUEIRA, R.; ZAMAGNO, M. A. A nova pecuária leiteira brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 3., 2008, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco: Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite, 2008. V. 1, p. 85-95.
- ZOCCAL, R.; SOUZA, A. D.; GOMES, A. T. **Produção de leite na agricultura familiar**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. 20 p. (Embrapa Gado de Leite. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 17). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/595878>. Acesso em: 2 fev. 2021.

Caracterização de Novos Microssatélites Desenvolvidos a partir do Transcriptoma de Amendoim Forrageiro

Jônatas Chagas de Oliveira¹, Lucílio Manoel da Silva², Eduardo Fernandes Formighieri³, Carla Cristina da Silva⁴, Anete Pereira de Souza⁵ e Tatiana de Campos⁶

¹Biólogo, doutor em Biodiversidade e Biotecnologia, técnico de laboratório da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

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

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Biologia Funcional e Molecular, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF.

⁴Bióloga, doutora em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

⁵Engenheira-agrônoma, doutora em Biologia Celular e Molecular, professora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

⁶Bióloga, doutora em Genética e Biologia Molecular, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O amendoim forrageiro tem ganhado cada vez mais importância devido às vantagens associadas ao seu uso. Entretanto, a quantidade de microssatélites disponíveis para a espécie ainda é restrita, o que tem sido um gargalo no avanço do programa de melhoramento. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e caracterizar novos microssatélites a partir do transcriptoma de folhas de *Arachis pintoi*. Foram testados 186 locos em 19 acessos. Os locos com os melhores perfis de amplificação (64) foram selecionados para avaliação de polimorfismo, dos quais 63 (98,4%) apresentaram perfis polimórficos, com média de 7,37 alelos por loco. Os valores médios de heterozigosidade esperada (H_E) e observada (H_O) foram 0,72 e 0,31, respectivamente. Os marcadores apresentaram elevadas médias de conteúdo de informação polimórfica (PIC = 0,70) e poder discriminatório ($D = 0,80$). Portanto, os novos marcadores derivados de genes são informativos e podem ser incorporados à rotina de análises do programa de melhoramento.

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

Introdução

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. e WC Greg.) tem recebido destaque por seu uso em pastagens consorciadas com gramíneas, o que contribui no expressivo aumento do ganho de peso em gado de corte e redução do tempo de abate desses animais (Maia, 2018). Além disso, seu uso como cobertura verde consorciado com culturas comerciais como café, pêssego, pepino e tomate auxilia na redução de ervas daninhas, ciclagem de nutrientes, fixação biológica de nitrogênio, manutenção da umidade do solo e redução da erosão (Silva et al., 2012; Santos et al., 2014; Wang et al., 2015; Rose et al., 2019; Resende et al., 2020).

O número de marcadores específicos para *A. pintoi* é restrito a apenas 25 locos derivados de regiões genômicas (Palmieri et al., 2002, 2005, 2010). Quando considerados os locos com perfis adequados para análises automatizadas, esse número é reduzido para menos de dez (Azêvedo et al., 2016). Esse número limitado de marcadores é um gargalo para abordagens que necessitam de maior cobertura do genoma, como seleção assistida por marcadores, desenvolvimento de mapas genéticos e mapeamento de QTLs (Quantitative Traits Loci). Por isso, o número de marcadores disponíveis tem um papel crucial no avanço do melhoramento do amendoim forrageiro. Marcadores desenvolvidos a partir de RNA são vantajosos, pois derivam de regiões expressas do genoma e geram fragmentos que podem ser facilmente relacionados com características fenotípicas. Essa característica é extremamente importante para estudos de associação (Poczai et al., 2013).

Assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar novos microssatélites desenvolvidos a partir do transcriptoma de folhas de *A. pintoi*.

Material e métodos

Foram utilizados 19 acessos de *A. pintoi* do banco ativo de germoplasma (BAG) de amendoim forrageiro da Embrapa Acre (Tabela 1). Os acessos foram escolhidos a partir de uma análise prévia de diversidade, que gerou uma coleção nuclear considerando a riqueza alélica conservada no BAG (Azêvedo, 2014). O DNA genômico foi extraído a partir de folhas frescas utilizando o protocolo de CTAB modificado (Campos et al., 2016) e a quantificação foi realizada por meio de fluorímetro Qubit (Thermo Fisher Scientific Inc., USA).

Tabela 1. Acessos de *Arachis pintoi* utilizados na caracterização dos microssatélites.

V14951	W647	V6791wf	V15062	V13294
V6741	V5895	Belomonte	W944	W34 (B)
V6784	V13196	V14966	V13288	V13372
W225	V13211-1	Amarillo	V13298	

Foram testados 186 microssatélites desenvolvidos a partir do transcriptoma de folhas de *A. pintoi* por Oliveira (2020). Os critérios de seleção dos locos foram: intensidade e nitidez dos produtos de amplificação e ausência de produtos secundários. As reações de amplificação e genotipagem foram realizadas de acordo com Azêvedo et al. (2017). Os locos Simple Sequence Repeats (SSRs) foram avaliados quanto ao número de alelos por loco, intervalo de amplificação observada, conteúdo de informação polimórfica (PIC), heterozigosidade esperada (H_E) e observada (H_O), poder discriminatório (D).

Resultados e discussão

Dos 186 marcadores analisados, 148 (79,57%) amplificaram, dos quais 87 (58,78%) atenderam aos critérios de seleção estabelecidos. Uma subamostra de 64 locos com os melhores perfis de amplificação foi analisada para polimorfismo, sendo observado o perfil monomórfico em apenas um. Foram observados 464 alelos, com fragmentos variando de 100 a 300 pares de bases de comprimento (Tabela 2). O número de alelos por loco variou de 2 a 18, com média de 7,37. As heterozigosidades esperadas (H_E) e observadas (H_O) foram 0,72 e 0,31, respectivamente, as quais corroboram com as análises realizadas com o BAG de amendoim forrageiro utilizando microssatélites genômicos (Azêvedo et al., 2016).

Os valores de PIC variaram de 0,05 a 0,92. Considerando a classificação proposta por Botstein et al. (1980), 53 locos foram altamente informativos ($PIC > 0,5$). Os valores de poder discriminatório (D) variaram de 0,06 a 0,99, com média de 0,80. Marcadores com elevados valores de D são os mais recomendados para estudos de *fingerprinting* devido à alta capacidade de discriminar genótipos. No entanto, também devem ser considerados a qualidade da amplificação dos produtos de PCR e o número mínimo de marcadores capazes de discriminar as variedades (Rosa et al., 2010).

Tabela 2. Caracterização de 64 locos SSRs incluindo tamanho observado (pares de bases), número de alelos por loco (N), heterozigosidade esperada (H_E) e observada (H_o), conteúdo de informação polimórfica (PIC) e poder discriminatório (D).

Primers	Intervalo observado (pb)	Nº de alelo	H_E	H_o	PIC	D
Ap(CT)01	250–300	10	0,83	0,37	0,81	0,91
Ap(TC)05	250–300	3	0,57	0,25	0,55	0,79
Ap(TC)06	200–300	2	0,48	0,00	0,47	0,46
Ap(AT)07	100–150	8	0,79	0,26	0,77	0,88
Ap(AG)14	150–250	13	0,86	0,26	0,83	0,90
Ap(CT)15	100–150	3	0,49	0,21	0,48	0,61
Ap(TC)18	200–250	6	0,82	0,26	0,80	0,90
Ap(GA)21	250–300	9	0,83	0,19	0,81	0,90
Ap(CT)26	200–250	11	0,86	0,32	0,84	0,93
Ap(TC)28	100–200	10	0,91	0,37	0,88	0,94
Ap(GA)29	200–250	5	0,55	0,11	0,54	0,62
Ap(GA)30	250–300	7	0,71	0,35	0,69	0,85
Ap(TG)32	200–250	11	0,85	0,54	0,82	0,90
Ap(CT)33	200–250	4	0,47	0,16	0,46	0,57
Ap(CT)35	150–250	15	0,91	0,47	0,88	0,98
Ap(GA)39	150–200	3	0,54	0,21	0,52	0,68
Ap(AT)40	150–200	7	0,83	0,32	0,81	0,93
Ap(GA)42	150–200	7	0,84	0,37	0,82	0,93
Ap(GA)45	250–300	5	0,64	0,26	0,62	0,77
Ap(GA)48	100–150	2	0,49	0,11	0,48	0,62
Ap(CT)54	250–300	14	0,89	0,42	0,87	0,94
Ap(CT)55	200–300	12	0,88	0,16	0,85	0,91
Ap(TC)56	150–250	13	0,90	0,39	0,88	0,98
Ap(AG)58	100–200	4	0,60	0,25	0,56	0,62
Ap(GA)61	150–200	5	0,78	0,38	0,76	0,92
Ap(TA)65	250–300	1	-	-	-	-
Ap(AG)66	150–250	12	0,91	0,37	0,89	0,96
Ap(CT)68	150–300	18	0,93	0,47	0,91	0,98
Ap(CT)72	100–200	15	0,94	0,82	0,92	0,98
Ap(TC)73	250–300	4	0,59	0,26	0,57	0,73
Ap(CT)75	200–300	11	0,87	0,21	0,85	0,92
Ap(TG)76	250–300	4	0,44	0,11	0,43	0,51
Ap(AC)82	200–250	2	0,05	0,05	0,05	0,06
Ap(AG)86	200–250	3	0,44	0,14	0,43	0,70
Ap(AG)87	200–250	8	0,79	1,00	0,77	0,62
Ap(TC)88	200–300	15	0,93	0,37	0,90	0,99
Ap(AG)89	150–200	3	0,60	0,16	0,59	0,72
Ap(TC)90	200–250	3	0,56	0,21	0,54	0,70
Ap(CT)92	100–150	7	0,77	0,33	0,75	0,89
Ap(TC)93	200–250	7	0,71	0,26	0,69	0,83
Ap(AC)95	100–200	8	0,75	0,26	0,73	0,80
Ap(GA)98	150–250	12	0,88	0,26	0,86	0,93

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Primers	Intervalo observado (pb)	Nº de alelo	H_E	H_o	PIC	D
Ap(TC)99	100–200	8	0,84	0,50	0,81	0,89
Ap(AGG)102	100–150	6	0,57	0,47	0,56	0,73
Ap(GAA)106	150–250	12	0,88	0,37	0,86	0,95
Ap(TG)107	200–250	2	0,51	0,26	0,49	0,67
Ap(TC)109	250–300	5	0,66	0,00	0,64	0,70
Ap(TC)110	100–200	10	0,88	0,32	0,86	0,93
Ap(GA)111	150–200	4	0,51	0,37	0,49	0,68
Ap(CT)112	150–200	3	0,46	0,63	0,45	0,53
Ap(CT)113	100–150	10	0,85	0,32	0,83	0,91
Ap(CT)114	200–250	12	0,91	0,16	0,89	0,94
Ap(TCT)116	100–150	8	0,86	0,47	0,84	0,91
Ap(TTC)117	150–200	6	0,78	0,33	0,76	0,87
Ap(TCT)118	200–300	8	0,76	0,00	0,74	0,77
Ap(TCT)120	250–300	5	0,73	0,32	0,71	0,80
Ap(AG)121	100–150	9	0,77	0,53	0,75	0,90
Ap(AG)124	200–250	7	0,67	0,21	0,65	0,76
Ap(CT)126	200–250	8	0,81	0,37	0,79	0,88
Ap(AG)127	100–150	3	0,61	0,42	0,59	0,77
Ap(GT)128	150–250	5	0,67	0,32	0,66	0,75
Ap(TC)132	100–150	4	0,55	0,11	0,54	0,62
Ap(CT)134	250–300	3	0,67	0,37	0,65	0,81
Ap(AG)137	150–200	5	0,74	0,42	0,72	0,88
Média geral	-	7,37	0,72	0,31	0,70	0,80
Total	-	464	-	-	-	-

Conclusão

Os novos marcadores microssatélites derivados de genes foram informativos e podem ser utilizados para estudos genéticos.

Agradecimento

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

Referências

AZÉVEDO, H. S. F. S. **Caracterização da diversidade genética de amendoim forrageiro com marcadores microssatélites.** 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

AZÊVEDO, H. S. F. S.; BENVINDO, F. D.; CAVALCANTE, L. N.; HAVERROTH, M.; WADT, L. H. O.; CAMPOS, T. Transferability of heterologous microsatellite loci between species of *Euterpe* genus. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 4, p. 1-7, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4238/gmr16039825>.

AZÊVEDO, H. S. F. S.; SOUSA, A. C. B.; MARTINS, K.; OLIVEIRA, J. C.; YOMURA, R. B. T.; SILVA, L. M.; VALLS, J. F. M.; ASSIS, G. M. L.; CAMPOS, T. Genetic diversity of the forage peanut in the Jequitinhonha, São Francisco, and Paraná River valleys of Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 3, p. 1-11, Sept. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4238/gmr.15038601>.

BOTSTEIN, D.; WHITE, R. L.; SKOLNICK, M.; DAVIS, R. W. Construction of a genetic map in man using restriction fragment length polymorphism. **The American Journal of Human Genetics**, v. 32, n. 3, p. 314-331, May 1980.

CAMPOS, T.; AZÊVEDO, H. S. F. S.; OLIVEIRA, J. C.; FERREIRA FILHO, J. A.; YOMURA, R. B. T.; SILVA, L. M. **Protocolo para identificação de híbridos de amendoim forrageiro utilizando marcador molecular microssatélite**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. 29 p. (Embrapa Acre. Documentos, 146). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1064915>. Acesso em: 26 ago. 2021.

MAIA, G. F. N. **Desempenho produtivo de dois grupos genéticos de bovinos de corte em pastos puros e consorciados na Amazônia Ocidental**. 2018. 45 f. Dissertação (Mestrado em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

OLIVEIRA, J. C. **Análise do genoma funcional de *Arachis pintoi* e desenvolvimento de novos marcadores moleculares**. 2020. 94 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) – Rede Bionorte, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

PALMIERI, D. A.; BECHARA, M. D.; CURI, R. A.; GIMENES, M. A.; LOPES, C. R. Novel polymorphic microsatellite markers in section *Caulorrhizae* (*Arachis*, Fabaceae). **Molecular Ecology Notes**, v. 5, n. 1, p. 77-79, Mar. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2004.00838.x>.

PALMIERI, D. A.; BECHARA, M. D.; CURI, R. A.; MONTEIRO, J. P.; VALENTE, S. E. S.; GIMENES, M. A.; LOPES, C. R. Genetic diversity analysis in the section *Caulorrhizae* (genus *Arachis*) using microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 33, n. 1, p. 109-118, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-47572010005000001>.

PALMIERI, D. A.; HOSHINO, A. A.; BRAVO, J. P.; LOPES, C. R.; GIMENES, M. A. Isolation and characterization of microsatellite loci from the forage species *Arachis pintoi* (Genus *Arachis*). **Molecular Ecology Notes**, v. 2, n. 4, p. 551-553, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1471-8286.2002.00317.x>.

POCZAI, P.; VARGA, I.; LAOS, M.; CSEH, A.; BELL, N.; VALKONEN, J. P. T.; HYVÖNEN, J. Advances in plant gene-targeted and functional markers: a review. **Plant Methods**, v. 9, n. 6, p. 1-31, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-4811-9-6>.

RESENDE, F. V.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B. **Plantio direto de tomate sobre coberturas vivas em sistema orgânico de produção**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2020. 28 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 201). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1121614>. Acesso em: 20 ago. 2021.

ROSA, P. M.; CAMPOS, T.; SOUSA, A. C. B.; SFORÇA, D. A.; TORRES, G. A. M.; SOUZA, A. P. Potato cultivar identification using molecular markers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 1, p. 110-113, jan. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000100015>.

ROSE, T. J.; KEARNEY, L. J.; MORRIS, S.; VAN ZWIETEN, L.; ERLER, D. V. Pinto peanut cover crop nitrogen contributions and potential to mitigate nitrous oxide emissions in subtropical coffee plantations. **Science of the Total Environment**, v. 656, p. 108-117, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.291>.

SANTOS, J. C. F.; CUNHA, A. J.; MELO, B. Soil cover and weed control on coffee intercropping perennial legume. **International Journal of Applied Science and Technology**, v. 4, n. 4, p. 149-157, July 2014.

SILVA, G. P. P.; RESENDE, F. V.; PEREIRA, T. S.; SOUZA, R. B.; ALBUQUERQUE, J. O.; VIDAL, M. C.; SOUSA, J. M. M. Desempenho agronômico de cultivares de pepino em ambiente protegido cultivado em solo com cobertura viva de amendoim forrageiro em sistema orgânico de produção. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA HORTALIÇAS, 2., 2012, Brasília, DF. [Resumos...]. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2012. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/930040>. 2012. Acesso em: 26 ago. 2021.

WANG, Y. X.; WENG, B. Q.; YE, J.; ZHONG, Z. M.; HUANG, Y. B. Carbon sequestration in a nectarine orchard as affected by green manure in China. **European Journal of Horticultural Science**, v. 80, n. 5, p. 208-215, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17660/eJHS.2015/80.5.2>.

Doenças em Genótipos de Amendoim Forrageiro em Estande Puro em Consórcio com Gramínea

Yves Matheus Ferreira de Oliveira¹, Carlos Mauricio Soares de Andrade², Rivadalve Coelho Gonçalves³, Paulo Eduardo França de Macedo⁴ e Giselle Mariano Lessa de Assis⁵

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

²Engenheiro-agronomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Engenheiro florestal, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitopatologia, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁵Zootecnista, doutora em Genética e Melhoramento, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a severidade e a incidência de doenças em 12 genótipos de amendoim forrageiro em consórcio com gramínea e em estande puro. O estabelecimento do consórcio deu-se pelo transplantio de 25 mudas enraizadas para a área central (1 m x 1 m) de cada parcela (5 m x 5 m), semeadas 35 dias antes com *Brachiaria humidicola* cultivar Tully. O experimento em estande puro foi estabelecido com o transplantio de 32 mudas enraizadas em parcelas de 2 m x 2 m. O delineamento em ambos os experimentos foi em blocos ao acaso. Os genótipos de amendoim forrageiro foram avaliados visualmente, a cada 4 semanas, por 24 meses, em datas distintas, quanto à incidência e severidade geral de doenças causadas por vírus e/ou fungos. Observou-se correlação negativa entre os valores das médias de incidência de manchas foliares causadas por fungos e vírus, tanto em estande puro ($r = -0,77$; $p < 0,0001$) quanto no consórcio ($r = -0,53$; $p < 0,0001$), indicando uma possível resistência sistêmica induzida nas plantas. Os resultados deste estudo mostram que há variabilidade entre genótipos de *Arachis pintoi* quanto à severidade geral de doenças em cada sistema de cultivo.

Termos para indexação: *Arachis pintoi*, doenças fúngicas, viroses.

Introdução

A consociação entre leguminosas e gramíneas é uma estratégia inteligente com grande potencial produtivo de proteína animal em pastagens cultivadas. Entre as leguminosas estudadas, o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & WC Gregory), nativo da América do Sul, destaca-se por apresentar boa produção de matéria seca, elevado valor nutritivo, boa persistência sob pastejo, adaptação a solos mal drenados e excelente habilidade de crescer sob sombra moderada. Além dessas características, as plantas são hospedeiras de bactérias benéficas do gênero *Rhizobium*, que formam estruturas especiais nas raízes com capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico, em perfeita simbiose, beneficiando o sistema produtivo com importante aporte de nitrogênio (Miranda et al., 2008).

No Acre, o amendoim forrageiro começou a ser plantado no final da década de 1990 nas áreas afetadas pela síndrome da morte do braquiário (*Brachiaria brizantha* Stapf. cultivar Marandu), SMB, trazendo como principais benefícios a diversificação do ecossistema de pastagem, a cobertura e a proteção do solo (Valentim et al., 2001). O padrão de mortalidade das plantas de braquiário pela doença SMB causava um vácuo biológico vegetal nas manchas de solo, as quais eram rapidamente colonizadas por plantas daninhas com explícito dano à pastagem. A estratégia de ocupação desses espaços vazios pelo amendoim forrageiro foi, sem dúvida, uma excelente solução. Contudo, as pesquisas têm demonstrado diferenças significativas entre os genótipos de amendoim forrageiro em relação à compatibilidade com gramíneas em consórcio (Andrade, 2013).

A compatibilidade entre gramíneas e leguminosas foi definida por Collins e Rhodes (1989) como sendo a habilidade de duas espécies crescerem juntas e produzirem alta quantidade de forragem, com uma porcentagem de leguminosa suficiente para otimizar os benefícios da fixação biológica de nitrogênio (FBN) e da qualidade de forragem superior. Na literatura, são relacionados diversos fatores que determinam a compatibilidade entre espécies: hábito de crescimento, palatabilidade, mecanismos para manutenção da população, tolerância à desfolha e ao pisoteio, plasticidade morfológica, resposta a limitações nutricionais, tolerância à seca ou ao excesso de água no solo, competição por luz e espaço, padrão de sistema radicular e outras características inerentes à planta (Roberts, 1982; Spain; Vilela, 1990).

Algumas doenças que atacam o amendoim forrageiro têm potencial para afetar o estabelecimento das plantas, a produtividade de biomassa e, consequentemente, desestabilizar o equilíbrio do consórcio com gramíneas (Gonçalves et al., 2014). O presente estudo teve como objetivo avaliar a incidência e a severidade de doenças foliares em genótipos de amendoim forrageiro quando cultivado em estande puro e em pasto consorciado com gramínea.

Material e métodos

Os experimentos foram realizados no campo experimental da Embrapa Acre ($10^{\circ}02'S$, $67^{\circ}42'O$), localizado na Rodovia BR-364, km 14 em Rio Branco, Acre. A região apresenta pluviosidade média anual de 1.998 mm, com seca bem definida de julho a setembro e temperatura média de 25°C (Diniz et al., 2018).

Os 12 genótipos de amendoim forrageiro foram obtidos do banco ativo de germoplasma (BAG) de amendoim forrageiro da Embrapa Acre. O experimento em estande puro foi implantado com uso de mudas produzidas a partir do enraizamento de fragmentos de estolões cultivados em bandejas de isopor. As mudas foram transplantadas em área submetida a preparo do solo com grade aradora, niveladora e adubação, com base nos resultados de análise de solo, seguindo as recomendações para estabelecimento de pastagens no Acre (Andrade et al., 2014). O delineamento foi de blocos completos ao acaso (DBC), com quatro repetições, e parcelas de 2 m x 2 m.

O experimento em consórcio foi implantado em parcelas de 5 m x 5 m em DBC, com cinco repetições, em área experimental de 3.500 m² previamente preparada com grade aradora, niveladora e semeada com *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweich. cultivar Tully. As mudas de amendoim forrageiro foram transplantadas para a porção central (1 m x 1 m) de cada parcela. Durante o período de estabelecimento, o pasto foi cortado a uma altura de 20 cm acima do solo, aos 50 e 130 dias após o transplante das mudas. Em seguida, toda a área experimental foi pastejada por um grupo de 10–12 novilhas a cada 4 semanas até o final do experimento usando um método de lotação rotacionada.

Para o estudo de incidência de doenças nos dois experimentos, cada parcela foi avaliada visualmente a cada 4 semanas, durante 24 meses, observando detalhadamente as plantas de amendoim forrageiro quanto à presença ou ausência de doenças bióticas causadas por fungos e/ou vírus, reconhecidas de acordo com os sintomas foliares, considerando como doentes por viroses as plantas com clorose em mosaico ou mosquedo foliar (Gonçalves et al., 2014; Sánchez et al., 2016). Os dados foram analisados como frequência de doenças fúngicas e de viroses por genótipo de amendoim forrageiro. Nos dois experimentos, as plantas de amendoim forrageiro foram avaliadas visualmente, a cada 4 semanas, durante 24 meses, quanto à severidade de doenças foliares causadas por fungos e vírus, conforme a escala numérica descritiva a seguir: 0 – ausência de injúrias foliares; 1 – injúrias foliares leves; 2 – injúrias foliares moderadas; 3 – injúrias foliares

severas sem plantas mortas; 4 – injúrias foliares severas com algumas plantas mortas; e 5 – injúrias foliares severas com todas as plantas mortas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de cada experimento foram agrupadas pelo teste ajustado de Scott-Knott (Conrado et al., 2017) a 5% de probabilidade. Também foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson entre a frequência de doenças fúngicas e de viroses, com suas respectivas significâncias estatísticas pelo teste T (Student), a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software SAS, versão 9.4 (SAS Inst. Inc.). O índice de concordância simples (S_m) para avaliar a correspondência de posição relativa dos genótipos entre ambientes para cada agente causal de doença (Sokal; Michener, 1958) foi calculado pela fórmula:

$$S_m = (a + d) / (a + b + c + d)$$

Resultados e discussão

Os genótipos de amendoim forrageiro diferiram quanto à severidade de doenças foliares e quanto à frequência de doenças fúngicas e viroses, nos dois ambientes (Figura 1). Nenhum dos genótipos, em ambos os experimentos, apresentou injúria severa por doenças foliares durante o estudo. Em consórcio, as injúrias por doenças foram menores na cultivar Belomonte, BRA-00066014-2 e híbrido V1 (59); intermediárias na cultivar BRS Mandobi, BRA-00066036-5, BRA-00064752-9 e BRA-00190099-2; e superiores na cultivar Amarillo, cultivar BRS Oquirá, BRA-00064831-1, BRA-00064748-7 e BRA-00064728-9. Em estande puro, as menores injúrias foram observadas na cultivar Belomonte, híbrido V1 (59), BRA-00066036-5, BRA-000660014-2, cultivar BRS Mandobi, BRA-00064752-9 e BRA-00064728-9. Já os maiores escores de injúrias foram apresentados pela cultivar Amarillo, BRA-00064831-1 e BRA-00064748-7, genótipos que também se destacaram negativamente em consórcio.

As cultivares Amarillo e BRS Oquirá apresentaram as maiores frequências de sintomas de viroses, tanto em estande puro quanto em consórcio (Figura 1). Os acessos BRA-00064748-7 e BRA-00064831-1 em estande puro e o acesso BRA-000647728-9 em consórcio também se destacaram com maiores frequências de sintomas de viroses. Nos dois ambientes, a cultivar Belomonte e os acessos BRA-00066014-2 e BRA-00066036-5 exibiram as menores frequências de sintomas de viroses. As infecções virais não foram confirmadas por métodos laboratoriais e, embora doenças abióticas do tipo deficiência mineral possam apresentar alguns sintomas semelhantes àqueles causados por vírus (Jeong et al., 2014), apenas viroses têm sido confirmadas em plantas com clorose em mosaico ou mosqueado foliar. Os estudos realizados nos patossistemas vírus x amendoim forrageiro têm corroborado a associação de sintomas semelhantes aos observados com a presença de fitovírus (Gonçalves et al., 2016; Pantoja et al., 2019, 2020).

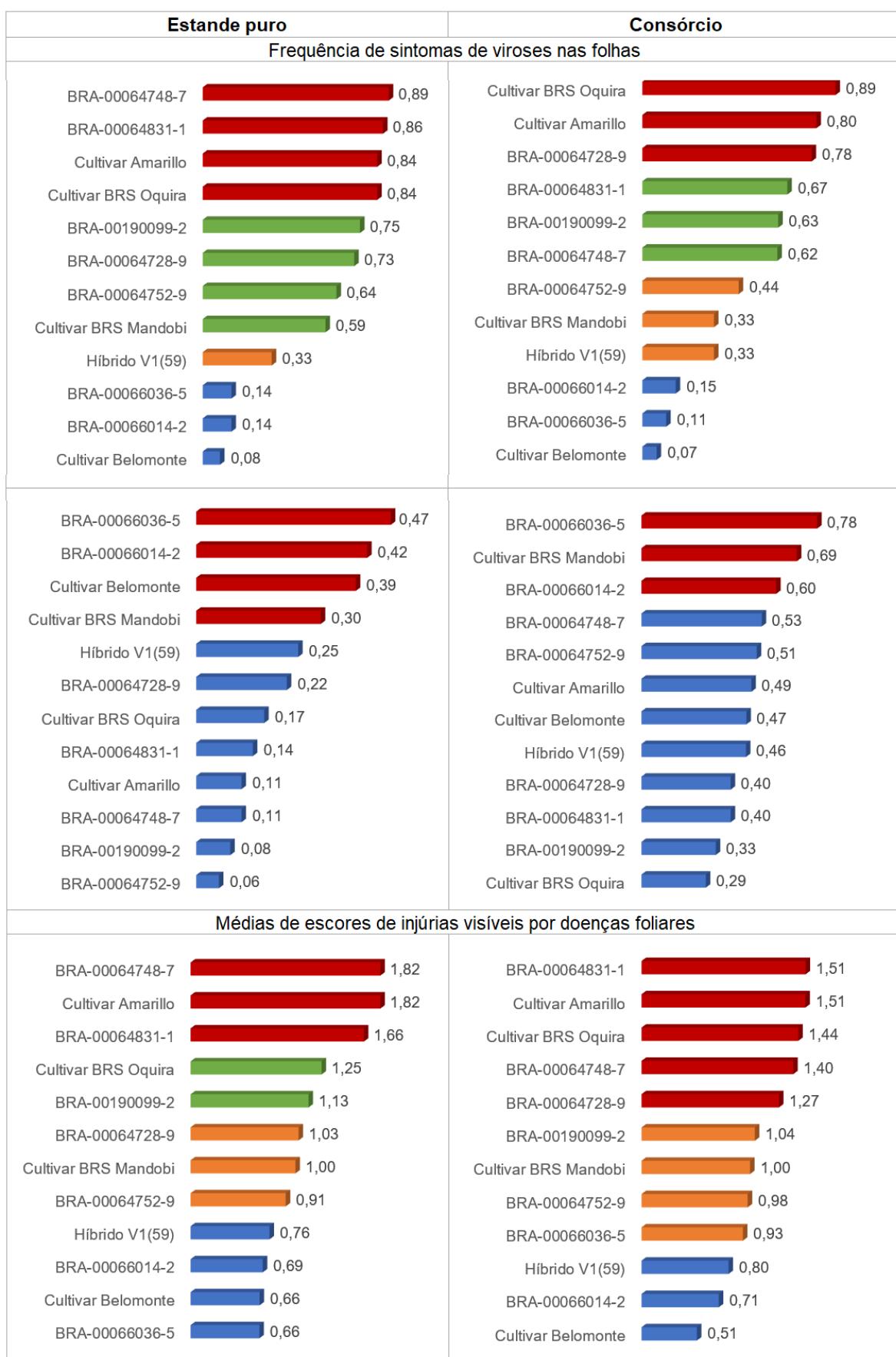


Figura 1. Frequência relativa de sintomas de viroses e doenças fúngicas e média de escores de injúria visível por doenças foliares de fungos e vírus, em genótipos de amendoim forrageiro, em estande puro e em consórcio com a *Brachiaria humidicola*, em Rio Branco, AC.

Em consórcio, a frequência de doenças fúngicas foliares foi maior na cultivar BRS Mandobi, BRA-00066036-5 e BRA-00066014-2 do que nos demais genótipos (Figura 1). Já em estande puro, além desses genótipos, a cultivar Belomonte também apresentou maior frequência de sintomas de doenças fúngicas. No geral, a frequência de sintomas de fungos nas folhas do amendoim forrageiro foi maior em consórcio (0,29 a 0,78) do que em estande puro (0,06 a 0,47).

Houve correlação negativa entre os valores médios de frequência de sintomas de vírus e fungos no amendoim forrageiro, tanto em estande puro ($r = -0,77$; $p < 0,0001$) quanto em consórcio ($r = -0,53$; $p < 0,0001$). Esse fato sugere resistência sistêmica induzida nas plantas, fenômeno biológico que precisa ser investigado com maior profundidade.

A severidade de injúrias causadas por doenças foliares no amendoim forrageiro foi positivamente correlacionada com a frequência de sintomas semelhantes aos de vírus, tanto em consórcio ($r = 0,75$; $p < 0,0001$) quanto em estande puro ($r = 0,80$; $p < 0,0001$). A ausência de correlação com a frequência de sintomas de fungos indica que as viroses devem ter sido as principais doenças foliares do amendoim forrageiro nesta pesquisa.

O amendoim forrageiro hospeda vários vírus (Sánchez et al., 2016; Kitajima, 2020; Pantoja et al., 2020). Gonçalves et al. (2016) relataram 59,6% de incidência de sintomas semelhantes aos vírus no BAG de amendoim forrageiro da Embrapa Acre. O impacto negativo de vírus no crescimento do amendoim forrageiro não foi encontrado na literatura e deve ser objeto de estudos futuros devido à natureza sistêmica das viroses. Na Nova Zelândia, o vírus do mosaico do trevo-branco reduziu em 36,5% a produção de matéria seca do trevo-branco, com grande efeito no alongamento do estolão (Dudas et al., 1998), uma característica relacionada à capacidade de propagação de leguminosas estoloníferas. Isso reforça a necessidade de investigar o impacto dos vírus no crescimento do amendoim forrageiro e na sua compatibilidade com gramíneas. A baixa incidência de viroses na cultivar Belomonte neste estudo (Figura 1) corrobora as observações de campo em pastagens comerciais no estado do Acre nos últimos 20 anos⁶, de modo que essa cultivar deve ser investigada como possível fonte de resistência genética tradicional ou resistência sistêmica induzida a viroses.

O índice de concordância simples para a posição relativa de cada genótipo na classificação de incidência de doenças causadas por fungos foi baixo entre os ambientes estande puro e consórcio, mas na incidência de viroses esse índice indicou a mesma posição para a metade dos genótipos.

A severidade de doenças avaliadas conjuntamente também revelou grande variação na quantidade de doença, indicando variabilidade dos genótipos e possibilidade de resistência sistêmica induzida nas plantas de amendoim forrageiro com efeito mútuo entre os agentes causais.

Conclusões

Há variabilidade entre genótipos de *Arachis pintoi* quanto à incidência de doenças foliares causadas tanto por vírus quanto por fungos.

Há elevado grau de concordância na incidência de viroses em genótipos de amendoim forrageiro entre os ambientes estande puro e pasto consorciado com gramíneas.

⁶ Com base nas visitas técnicas de acompanhamento em fazendas parceiras da Embrapa Acre.

Agradecimento

Esta pesquisa foi financiada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), projeto nº 22.14.01.021.00.03.002; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 403993/2016-4; e pela Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras (Unipasto).

Referências

ANDRADE, C. M. S. de. Características de gramíneas relacionadas com sua compatibilidade com leguminosas em pastos consorciados. In: SOUZA, F. H. D. de; MATTA, F. de P.; FAVERO, A. P. (ed.). **Construção de ideótipos de gramíneas para usos diversos**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 37-60.

ANDRADE, C. M. S. de; WADT, P. G. S.; ZANINETTI, R. A.; VALENTIM, J. F. **Recomendação de calagem e adubação para pastagens no Acre**. 2. ed. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2014. (Embrapa Acre. Circular técnica, 46). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1004615>. Acesso em: 25 fev. 2021.

COLLINS, R. P.; RHODES, I. Yield of white clover populations in mixtures with contrasting perennial ryegrass. **Grass and Forage Science**, v. 44, n. 1, p. 111-115, Mar. 1989. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1989.tb01918.x>.

CONRADO, T. V.; FERREIRA, D. F., SCAPIM, C. A.; MALUF, W. R. Adjusting the Scott-Knott cluster analyses for unbalanced designs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 1, p. 1-9, Mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332017v17n1a1>.

DINIZ, F. de A.; RAMOS, A. M.; RABELLO, E. R. G. Brazilian climate normals for 1981-2010. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 2, p. 131-143, fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000200001>.

DUDAS, B.; WOODFIELD, D. R.; TONG, P. M.; NICHOLLS, M. F.; COUSINS, G. R.; BURGESS, R.; WHITE, D. W. R.; BECK, D. L.; LOUGH, T. J.; FORSTER, R. L. S. Estimating the agronomic impact of white clover mosaic virus on white clover performance in the North Island of New Zealand. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 41, n. 2, p. 171-178, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1080/00288233.1998.9513300>.

GONÇALVES, R. C.; BOARI, A. de J.; ASSIS, G. M. L. de; MACEDO, P. E. F. de. *Arachis* spp. com diferentes níveis de sintomas de virose no Acre, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 49., 2016, Maceió. **Anais...** Maceió: SBF: Ceca, 2016. 1 p.

GONÇALVES, R. C.; MACEDO, P. E. F. de; VALLIM, J. H.; LOPES, J. S. de A.; NOGUEIRA, S. R. **Manual de identificação de doenças e fungos em Arachis spp.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2014. 75 p. (Embrapa Acre. Documentos, 133). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1038781>. Acesso em: 25 fev. 2021.

JEONG, J.; JU, H.; NOH, J. A review of detection methods for the plant viruses. **Research in Plant Disease**, v. 20, n. 3, p. 173-181, Sept. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5423/RPD.2014.20.3.173>.

KITAJIMA, E. W. An annotated list of plant viruses and viroids described in Brazil (1926–2018). **Biota Neotropica**, v. 20, n. 2, e20190932, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0932>.

MIRANDA, E. M. de; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R. da. **Amendoim forrageiro: importância, usos e manejo**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2008. 85 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 259).

PANTOJA, K. F. C.; BOARI, A. de J.; KITAJIMA, E. W.; SAKATE, R. K.; MARCHI, B. R. de; ASSIS, G. M. L. de; GONCALVES, R. C. Detecção de um Emaravirus-like em amendoim forrageiro por sequenciamento de alto desempenho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 51., 2019, Recife. **Os Avanços da fitopatologia na era genômica**: anais. Recife: SBF: UFPRE/PPGF, 2019. p. 808.

PANTOJA, K. F. C.; BOARI, A. de J.; MARCHI, B. R. de; REZENDE, J. A. M.; KITAJIMA, E. W.; GONCALVES, R. C.; ASSIS, G. M. L. de; BLAWID, R.; KRAUSE-SAKATE, R. *Arachis virus Y, a new potyvirid from Brazilian forage peanut (*Arachis pintoi*)*. **Archives of Virology**, v. 165, n. 10, p. 2349-2353, Aug. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00705-020-04742-z>.

ROBERTS, C. R. Algumas causas comuns dos fracassos das pastagens tropicais de leguminosas e gramíneas em fazendas comerciais e as possíveis soluções. In: SÁNCHEZ, P. A.; TERGAS, L. E.; SERRÃO, E. A. S. (ed.). **Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos**. Brasília, DF: CIAT/EMBRAPA, 1982. p. 433-452.

SÁNCHEZ, P. A. G.; MESA, H. J.; MONTOYA, M. M. Next generation sequence analysis of the forage peanut (*Arachis pintoi*) virome. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, v. 69, n. 2, p. 7881-7891, July/Dec. 2016. DOI: <https://doi.org/10.15446/rfna.v69n2.59133>.

SOKAL, R. R.; MICHENER, C. D. A Statistical method for evaluating systematic relationships. **University of Kansas Science Bulletin**, v. 38, n.2, pt. 2, p. 1409-1438, 1958.

SPAIN, J. M.; VILELA, L. Perspectivas para pastagens consorciadas na América Latina nos anos 90 e futuros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: SBZ, 1990. p. 101-119.

VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C.; SALES, M. F. L. **Amendoim forrageiro cv. Belmonte**: leguminosa para a diversificação das pastagens e conservação do solo no Acre. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 18 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 43). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/503361>. Acesso em: 25 fev. 2021.

Propriedade Modal Leiteira Acreana

Francisco Lopes Dantas¹, José Marques Carneiro Junior², Márcio Muniz Albano Bayma³, Eduardo Mitke Brandão Reis⁴, Francisco Aloísio Cavalcante⁵ e Antônia Kaylyanne Pinheiro⁶

¹Médico-veterinário, doutorando em Sanidade e Produção Animal,
Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

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

³Economista, doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Médico-veterinário, doutor em Ciências Veterinárias,
professor da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

⁵Médico-veterinário, mestre em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁶Bióloga, doutoranda em Sanidade e Produção Animal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

Resumo—A atividade de pecuária leiteira no estado do Acre é caracterizada por pequenas propriedades, com base na mão de obra familiar, pouca inserção de tecnologias e baixa rentabilidade. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a propriedade modal leiteira. Utilizaram-se dados de 45 propriedades leiteiras no estado do Acre, além dos coletados por meio de questionários semiestruturados do Programa de Assistência Técnica e Gerencial do Senar-AC, em parceria com o Sebrae e governo do estado do Acre. Observou-se que o tamanho médio do rebanho leiteiro das propriedades é de 92 cabeças, sendo 33 vacas (54,5% em lactação e 45,5% secas). A produtividade média observada foi de 4,2 litros vaca⁻¹ dia⁻¹. A produção média anual de leite foi de 28.448,05 L, com uma média diária de 77,93 L. Conclui-se que a propriedade leiteira modal do estado do Acre é caracterizada pelo baixo nível tecnológico associado ao uso de animais não especializados para produção de leite, entre outros aspectos de manejo e gestão que reduzem a produção e o retorno financeiro.

Termos para indexação: pecuária leiteira, gestão de propriedade, avaliação econômica.

Introdução

No Acre, apesar de estar presente em aproximadamente 30% das propriedades (Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Estado do Acre, 2019) e constituir parte da renda das famílias produtoras, a pecuária leiteira ainda é caracterizada por apresentar baixos níveis tecnológicos, além de possuir rebanho composto por vacas mestiças não especializadas para produção de leite. O sistema de produção característico do estado do Acre é o tradicional, conduzido geralmente em pastagens de baixa produção, mão de obra familiar e infraestrutura precária (Carneiro Junior et al., 2009). São também características da atividade leiteira acreana a venda informal do leite e a comercialização dos bezerros machos, que representam parte expressiva da renda bruta da propriedade, dificultando muitas vezes a tomada de decisão do produtor para o descarte técnico de vacas de baixa produção (Carneiro Junior et al., 2015). Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a propriedade modal leiteira do Acre.

Material e métodos

Inicialmente foi realizada a coleta de dados de propriedades leiteiras no período de janeiro a dezembro de 2019. As propriedades atendidas estão distribuídas nos seguintes municípios: Brasileia, Epitaciolândia, Capixaba (Regional do Alto Acre), Plácido de Castro, Senador Guiomard, Rio Branco, Porto Acre (Regional do Baixo Acre) e Sena Madureira (Regional do Purus).

Este trabalho foi desenvolvido a partir de dados de propriedades acompanhadas pela assistência técnica gerencial (ATeG/Senar), assim estratificadas: 73 (100%) propriedades atendidas, 22 (30,13%) propriedades descartadas por não apresentarem dados no intervalo de 12 meses e 45 (61,64%) propriedades consideradas com dados consistentes para análise, após processar as análises no programa SAS 2000, considerando custo total (CT) e preço do litro de leite até R\$ 1,40.

Para análise das informações foi realizado um encontro com os responsáveis pela assistência técnica dessas propriedades, no intuito de discutir as análises estatísticas geradas, caracterização das propriedades, processos de comercialização, particularidades de cada sistema produtivo, bem como as informações complementares necessárias para ampliar o entendimento da situação dessas propriedades.

Na etapa seguinte deu-se início à simulação computacional por meio do programa estatístico Statistical Analysis System – SAS (2000). A partir dos dados obtidos da pesquisa, como número de vacas em lactação, período de lactação, produção individual, área produtiva e porcentagem de descarte de vacas, foi realizada a caracterização da propriedade modal.

Foi analisado o padrão genético característico do rebanho, por meio da produção média diária e padrão racial das vacas. Foi realizada análise econômica considerando indicadores como: receita bruta anual, custo total anual, custo operacional efetivo, custo operacional total, margem bruta, margem líquida, lucro, lucro mensal e ponto de nivelamento.

Os coeficientes técnicos do sistema tradicional foram: taxa de lotação ($UA\ ha^{-1}$); área de pastagem (ha); número de vacas; % de vacas em lactação; taxa de natalidade (%); taxa de mortalidade de bezerros; taxa de mortalidade de garrotes; taxa de mortalidade de novilhos/novilhas; taxa de mortalidade de matrizes; descarte de matrizes; período de lactação (dias); e produção de leite ($L\ dia^{-1}$).

Os parâmetros zootécnicos e econômicos foram obtidos, caracterizando a propriedade modal acreana. Para fins de parametrização, os seguintes índices foram avaliados: produção diária de leite ($L\ dia^{-1}$); número de vacas em lactação; produção anual em litros de leite; receita bruta anual; custo operacional efetivo – COE; custo operacional total – COT; custo total – CT; receita líquida anual – RL; receita líquida mensal – RLm; receita líquida anual por hectare – RL ha; custo do litro de leite – C; e margem líquida – ML.

Resultados e discussão

Foi possível observar que grande parte das famílias (42,2%) vive exclusivamente da renda do leite, enquanto 57,8% possuem outras fontes de renda. Nesse aspecto socioeconômico a composição de renda dos produtores mostrou-se bastante diversificada, sendo identificado que 29% possuem uma renda de até 1 salário mínimo, enquanto 55,5% estão na faixa de renda entre 2–4 salários mínimos, já 13,3% com renda entre 5–7 salários mínimos e 2,2% dos produtores possuem uma renda superior a 8 salários mínimos (Tabela 1).

A produção de leite é predominantemente a pasto. As principais forrageiras utilizadas são as gramíneas do gênero *Brachiaria* (brizanha, decumbens e humidícola), presentes na maioria das propriedades, e as cultivares Mombaça e Zuri em 53% delas; as leguminosas estão presentes em 42,22% das propriedades, 28,8% utilizam capineiras e apenas 4,4% fornecem silagem de milho aos seus animais. Observou-se, dessa forma, a predominância do capim-braquiário (*Brachiaria*

brizantha cultivar Marandu). Segundo Andrade e Valentim (2004), 80% das pastagens formadas no Acre pertenciam ao gênero *Brachiaria*, sendo o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cultivar Marandu) a gramínea com maior área plantada. Contudo, devido ao grave problema com a síndrome da morte do braquiarão, o capim-marandu vem sendo substituído pela *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés, *Brachiaria humidicola* e *Panicum maximum* cultivares Mombaça e Zuri.

Tabela 1. Parâmetros utilizados para caracterização da propriedade leiteira modal.

Descrição	Tradicional
Área produtiva	43,2 ha
Taxa de lotação	1
Vacas em lactação	54,5%
Produção de leite por vaca	4,3 L dia ⁻¹
Período de lactação	180 dias
Intervalo entre partos	18 meses
Divisão de pastagem	Não
Consórcio de pastagem	Sim/ineficiente
Uso de capineira	Não
Uso de mineralização	Esporádico
Uso de suplementação	Não
Manejo sanitário	Esporádico
Inseminação artificial	Não
Descarte técnico	Não
Mão de obra contratada	1
Controle leiteiro	Não
Controle financeiro	Não

Aproximadamente 80% dos produtores de leite residem nas propriedades, enquanto 20% moram na cidade e executam suas atividades nas propriedades. Verificou-se ainda que 26,6% dos produtores estão na atividade há pelo menos 10 anos, em uma sucessão familiar, 15,5% estão na atividade entre 11 e 19 anos e a grande maioria (57,9%) é nata nessa atividade, atuando há mais de 20 anos. A idade média dos produtores foi de 30 anos (6,6%), 50 anos (51,2%) e acima de 50 anos (42,2%).

Observou-se que o tamanho médio das propriedades é de 51,3 ha, sendo a área utilizada para a produção de leite de 43,2 ha, com uma taxa de lotação média de 1,2 UA/ha. Além disso, foi identificado que somente 15,6% das propriedades fazem inseminação artificial e 84,4% utilizam apenas a monta natural. Acredita-se que o custo elevado do nitrogênio líquido, aproximadamente R\$ 20,00/L, seja o fator limitante do uso dessa técnica reprodutiva.

Na Tabela 2 é feita a caracterização zootécnica da propriedade modal leiteira acreana, descrevendo a composição do rebanho produtivo, produtividade individual, além da área produtiva destinada à exploração leiteira. Observou-se que o tamanho médio do rebanho leiteiro das propriedades é de 92 cabeças, com 33 vacas, sendo 54,5% em lactação. Aquelas que estavam secas/solteiras totalizaram em média 45,5% do rebanho de vacas. A produtividade média observada foi de 4,2 vacas⁻¹ dia⁻¹. A produção média anual de leite foi de 28.448,05 L, com uma média diária de 77,93 L (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização zootécnica da propriedade modal acreana.

Descrição	Unidade	Quantidade
Área de pastagem	ha	43,2
Vacas/rebanho	Cabeça	33
Vacas em lactação	Cabeça	18
Vacas solteiras	Cabeça	15
Produção diária	L	77
Produção/vaca	L	4,2
Produtividade diária	L ha ⁻¹	1,78

Aopção por ordenha manual nas propriedades representou 68,8%, enquanto 31,2% das propriedades utilizavam ordenha mecânica. Nessas propriedades observou-se que 95,5% realizavam apenas uma ordenha ao dia, enquanto 4,5% realizavam duas ordenhas diárias. De todas as propriedades estudadas 87% fazem parte de alguma associação ou cooperativa de produtores, enquanto 13% não responderam se participam de alguma associação.

Segundo Paiva (2015), o sistema de produção pecuário acreano é composto, em média, por 69 animais, distribuídos em vacas secas e em lactação, novilhas, bezerros e touros. O rebanho é mestiço (*Bos taurus* x *Bos indicus*), sem padrão racial definido, com uma produção média de leite diária de 4 kg leite vaca⁻¹ dia⁻¹ e o período de lactação de, aproximadamente, 210 dias, corroborando com os dados obtidos neste trabalho.

Verificou-se ainda que existe uma grande variação no processo de comercialização do leite das propriedades estudadas. Foi identificado que 48,8% dos produtores realizam a venda direta aos laticínios com inspeção estadual, outros 44,4% processam o leite em doce e queijo e comercializam em feiras e direto aos consumidores e 6,8% realizam a venda de leite in natura para sorveterias e mercearias (Tabela 3).

Tabela 3. Tipo de comercialização de leite no estado do Acre, no período da pesquisa.

Produtor	Comercialização
22 (48,8%)	Laticínio com inspeção
20 (44,4%)	Queijo e doce
3 (6,8%)	Sorveteria e mercearia

Além da baixa inserção de tecnologias que caracteriza a propriedade modal, a pesquisa identificou uma variação expressiva nos níveis de remuneração da atividade de acordo com o preço pago pelo litro do leite. O preço médio de leite pago pelas indústrias locais foi de R\$ 1,06/L. O leite entregue na plataforma custa, em média, R\$ 1,30/L; o coletado no curral, em média, R\$ 1,06/L; e o refrigerado, que é coletado nos tanques, custa em média R\$ 1,25/L. O valor médio praticado no Brasil, segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (2020), foi de R\$ 1,42/L.

A baixa inserção de tecnologias que caracterizaram a propriedade modal influi diretamente na baixa produção e consequentemente na renda das famílias. Existe uma forte correlação entre o valor pago por litro de leite e a baixa produção apresentada, o que é um indicativo da necessidade de uma melhor relação entre laticínios e produtores rurais, de forma que se possa mitigar essa baixa

produção ao longo do ano. A melhora do valor do litro de leite pago pode ter uma relação direta com a evolução tecnológica das propriedades e consequentemente da renda das famílias.

Outro fator identificado pela pesquisa é que não existe variação de preço pago aos produtores entre os períodos de safra ou entressafra, mantendo-se constante. Com isso, nos períodos de entressafras, os laticínios reportam uma elevação nos seus custos fixos, por trabalharem com capacidade ociosa de processamento, sendo pouco competitivos.

Conclusões

A propriedade leiteira modal do Acre é caracterizada pelo baixo nível tecnológico associado ao uso de animais não especializados para produção de leite, entre outros aspectos de manejo e gestão que reduzem a produção e o retorno financeiro. Dessa forma, recomendam-se para os pequenos produtores de leite do Acre sistemas de produção medianamente tecnificados, com uso de tecnologias de fácil adoção e gestão.

Referências

- ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F. As pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental Brasileira. In: WORKSHOP INTERNACIONAL PARA DESENVOLVIMENTO DA PECUÁRIA NA AMAZÔNIA, 2004, Belém, PA. **Bases para a produção e sustentabilidade de pastagens:** anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 1 CD-ROM.
- CARNEIRO JUNIOR, J. M.; SÁ, C. P.; CAVALCANTE, F. A.; WOLTER, P. F.; NASCIMENTO, H. L. B.; MARTINS, W. M. O. Caracterização de pequenas propriedades leiteiras do Estado do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 19., 2009, Águas de Lindóia. **Visão estratégica de cadeias do agronegócio:** anais. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2009. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/511462>. Acesso em: 6 jun. 2021.
- CARNEIRO JUNIOR, J. M.; CAVALCANTE, F. A.; FERREIRA, A. C. L.; BRAGA, A. P.; WOLTER, P. F. Efeito do descarte técnico de vacas na produção leiteira do Acre. In: CONGRESSO REGIONAL DE PESQUISA DO ESTADO DO ACRE; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFAC, 24., 2015, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: CNPq; Ufac; Embrapa; Fapac; Ieval, 2015. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1034266>. Acesso em: 6 jun. 2021.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. [Indicadores econômicos]. Piracicaba, SP: CEPEA: Esalq: USP, 2020. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/leite.aspx>. Acesso em: 6 jun. 2021.
- INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESTADO DO ACRE. **Resultado da campanha de vacinação contra febre aftosa:** dados preliminares 2019. Rio Branco, AC, 2019.
- PAIVA, F. S. **Aspectos socioeconômicos e produtivos da atividade leiteira no Estado do Acre.** 2015. 55 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

