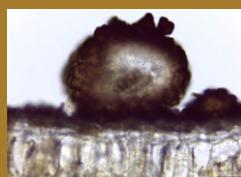
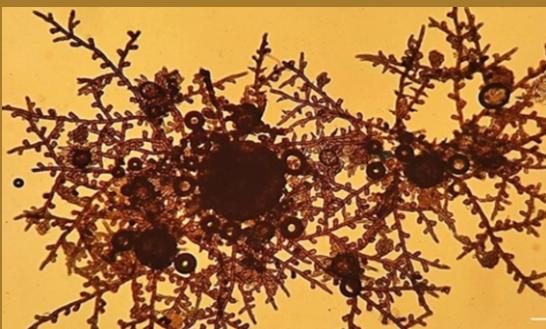


Agrotrópica

Volume 35, números 2,3, maio a dezembro de 2023



Centro de Pesquisas do Cacau
Ilhéus - Bahia

© 2023 Ministério da Agricultura e Pecuária.

Todos os direitos reservados. Permitida a reprodução parcial ou total desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é do(s) autor(es).

Ano 2023.

Elaboração, distribuição, informações:

Ministério da Agricultura e Pecuária

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

Superintendência Regional no Estado da Bahia

Centro de Pesquisas do Cacau

Editor: Jacques Hubert Charles Delabie.

Coeditora: Karina Peres Gramacho

Editoração eletrônica: Jacqueline C. C. do Amaral e Selenê Cristina Badaró.

Capa: Gildefran Alves Dimpino de Assis.

Agrotrópica, v. 1, nº1 (1989)
Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/CEPEC, 1989

v.

Quadrimestral

Substitui "Revista Theobroma"

1. Agropecuária - Periódico.

CDD 630.5

INFORMAÇÕES SOBRE A CAPA: Fotos da capa extraídas dos artigos: "Patossistema: *Theobroma cacao* L. (Cacaueiro) x *Moniliophthora roreri* (Cif e Par) (Monilíase do Cacaueiro)", de Almiro Neves dos Santos Júnior et al; "Morphology and histology of *Asteridiella pittieri* (Meliolales, Ascomycota) in *Duranta erecta* L." de Naasoom Luiz Santos Mesquita et al.; "Diversidade das formigas predadoras do gênero *Strumigenys* Smith, 1860 (Formicidae, Myrmicinae) nas áreas experimentais do Centro de Pesquisa do Cacau, CEPLAC, em Ilhéus, Bahia" de Marcelo Pauletti Filho et al.

INFORMATION ON THE COVER: Cover pictures taken from the articles: "Patossistema: *Theobroma cacao* L. (Cacao tree) x *Moniliophthora roreri* (Cif and Par) (Cocoa Moniliasis)", by Almiro Neves dos Santos Júnior et al; "Morphology and histology of *Asteridiella pittieri* (Meliolales, Ascomycota) in *Duranta erecta* L." by Naasoom Luiz Santos Mesquita et al.; "Diversity of predatory ants of the genus *Strumigenys* Smith, 1860 (Formicidae, Myrmicinae) in the experimental areas of the Research Center of Cacao, CEPLAC, in Ilhéus, Bahia" by Marcelo Pauletti Filho et al.

AGROTRÓPICA é indexada em:

AGRINDEX; THE BRITISH LIBRARY; CAB (i.e. Horticultural Abstracts, Review of Plant Pathology, Forestry Abstracts); AGROBASE; Agricultural and Environment for Developing regions (TROPAG); ULRICH'S INTERNATIONAL PERIODICALS DIRECTORY (Abstract on Tropical Agriculture, Agricultural Engineering Abstracts, Agroforestry Abstracts, Bibliography of Agriculture, Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Exerpt Medical, Food Science & Technology Abstracts, Indice Agricola de America Latina y el Caribe, Nutrition Abstracts, Protozool. Abstracts, Review of Applied Entomology, Seed Abstracts, Tropical Oil Seeds Abstracts).

AGROTRÓPICA

V. 35

Maio - dezembro

2023

N.2,3



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA

**CEPLAC - Comissão Executiva do
Plano da Lavoura Cacaueira**

AGROTRÓPICA. Publicação
quadrimestral do Centro de Pesquisas do
Cacau (CEPEC)/ CEPLAC.

Comitê Editorial:

CEPLAC: José Marques Pereira;
Lucimara Chiari; Uilson Vanderlei Lopes.

UESC: George Andrade Sodré; Quintino
Reis de Araújo, Raúl René Valle Melendez

UEFS: Evandro do Nascimento Silva;
Elmo Borges Azevedo Koch.

UFSB: Andrei Caique Pires Nunes; Luiz
Fernando Silva Magnago.

Editor: Jacques Hubert Charles Delabie.

Coeditora: Karina Peres Gramacho.

Editoração eletrônica: Jacqueline C. C.
do Amaral e Selenê Cristina Badaró.

Capa: Gildefran Alves Dimpino de Assis.

Endereço para correspondência:

AGROTRÓPICA, Centro de Pesquisas
do Cacau (CEPEC), 45600-970, Itabuna,
Bahia, Brasil.

E-mail: agrotrop.agrotrop@gmail.com

CONTEÚDO

- 105 Instruções aos autores (Versão 2023).

ARTIGOS

- 111 O diâmetro, a hidratação e a mucilagem interferem na qualidade de estacas de cacaueiro? **A. M. L. Brito, M. C. P. Fagundes, G. A. Sodré.**
- 117 Produção de água em paisagens da Região Cacaueira da Bahia no contexto da crise da lavoura: um estudo de caso. **D. O. Campos, Jacques H. C. Delabie.**
- 135 Anatomia macroscópica e densidade básica da madeira de espécies florestais utilizadas por moradores do trecho Una - Olivença, Bahia. **J. V. M. da Silva, C. C. de Jesus, M. L. A. Valle.**
- 143 Diversidade de mandioca da coleção da Embrapa Rondônia. **A. Siviero, V. B. dos Santos, R. S. C. da Costa, F. das C. Leônidas.**

NOTAS CIENTÍFICAS

- 153 Danos de *Dorynota bidens* (Coleoptera, Chrysomelidae) ao ipê-do-brejo *Handroanthus umbellatus* (Bignoniaceae), no estado da Bahia, Brasil. **A. Arnhold, S. R. Delabie, J. H. C. Delabie.**
- 157 Morfologia e histologia de *Asteridiella pittieri* (Meliolales, Ascomycota) em *Duranta erecta* L. (em inglês). **N. L. S. Mesquita, A. Santos, Q. S. de Novaes, P. P. de S. Soares, C. A. E. Leitão, A. de O. Soares Filho, J. L. Bezerra.**
- 161 *Chrysophyllum cainito* L. (Sapotaceae): novo hospedeiro da mosca-da-carambola no Brasil. **J. V. T. A. Costa, M. do S. M. de Sousa, M. F. de Souza-Filho, R. Adaime.**
- 165 Comparação de diferentes métodos de extração de DNA de folhas de cacaueiro, *Theobroma cacao* L. **A. N. dos Santos Júnior, G. S. Nascimento, F. J. de Andrade, J. P. A. de A. Takahash, E. R. de J. Nascimento, K. P. Gramacho.**
- 169 Impacto da introdução do rola-bosta africano, *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), em usos da terra na caatinga do nordeste da Bahia, Brasil. **I. da S. Queiroz, C. Reis, J. H. C. Delabie.**
- 173 Diversidade das formigas predadoras do gênero *Strumigenys* Smith, 1860 (Formicidae, Myrmicinae) nas áreas experimentais do Centro de Pesquisa do Cacau, CEPLAC, em Ilhéus, Bahia. **M. Pauletti Filho, E. dos Santos-Neto e J. H. C. Delabie.**
- 177 Análises *in silico* empregadas no desenho de iniciadores espécie-específicos visando um diagnóstico molecular de fitopatógenos. **B. da S. Gomes, V. S. Diorato, S. P. M. Reis, K. P. Gramacho.**
- 183 Estabelecimento de uma coleção nuclear de *Moniliophthora perniciosa*, fungo causador da vassoura de bruxa do cacaueiro. **T. R. da Silva, R. F. Pereira, F. J. de Andrade, K. P. Gramacho.**

NOTA TÉCNICA

- 187 **Nova Seção:** Fichas de Atualização em Fitopatologia e Entomologia. **K. P. Gramacho, A. N. dos Santos Júnior, J. H. C. Delabie.**
- 188 Patossistema: *Theobroma cacao* L. (Cacaueiro) x *Moniliophthora roreri* (Monilíase do Cacaueiro). **A. N. dos Santos Júnior, R. F. Pereira, K. P. Gramacho.**
- 191 Agradecimentos aos Consultores Científicos.



AGROTRÓPICA

V.35

May - December

2023

N.2,3

MINISTRY OF AGRICULTURE AND LIVESTOCK

CEPLAC - Executive Commission of the Cacao Agriculture Plan

AGROTRÓPICA. Published every four months by the Cocoa Research Center (CEPEC)/CEPLAC.

Editorial Committee:

CEPLAC: José Marques Pereira; Lucimara Chiari; Uilson Vanderlei Lopes.

UESC: George Andrade Sodré; Quintino Reis de Araújo; Raúl René Valle Melendez

UEFS: Evandro do Nascimento Silva; Elmo Borges Azevedo Koch.

UFSB: Andrei Caique Pires Nunes; Luiz Fernando Silva Magnago.

Editors: Jacques Hubert Charles Delabie.

Coeditor: Karina Peres Gramacho.

Desktop publish: Jacqueline C.C. do Amaral and Selenê Cristina Badaró.

Cover: Gildefran Alves Dimpino de Assis.

Address for correspondence:

AGROTRÓPICA, Cocoa Research Center (CEPEC), 45600-970, Itabuna, Bahia, Brazil.

E-mail: agrotrop.agrotrop@gmail.com

CONTENTS

- 105 Guidelines to authors.

ARTICLES

- 111 Do diameter, hydration, and mucilage interfere with the rooting of cocoa cuttings? (In Portuguese). **A. M. L. Brito, M. C. P. Fagundes, G. A. Sodré.**

- 117 Water production in the landscapes of the cocoa producing region of Bahia, Brazil, in the context of crop crisis: a case study (In Portuguese). **D. O. Campos, Jacques H. C. Delabie.**

- 135 Macroscopic anatomy and basic density of the wood of forest species used by residents of the Una - Olivença stretch, Bahia, Brazil (In Portuguese). **J. V. M. da Silva, C. C. de Jesus, M. L. A. Valle.**

- 143 Cassava diversity of the collection of Embrapa Rondônia, Brazilian Amazon (In Portuguese). **A. Siviero, V. B. dos Santos, R. S. C. da Costa, F. das C. Leônidas.**

SCIENTIFICS NOTES

- 153 Damages of *Dorynota bidens* (Coleoptera, Chrysomelidae) to "ipê-do-brejo" *Handroanthus umbellatus* (Bignoniaceae), in the state of Bahia, Brazil (In Portuguese). **A. Arnhold, S. R. Delabie, J. H. C. Delabie.**

- 157 Morphology and histology of *Asteridiella pittieri* (Meliolales, Ascomycota) in *Duranta erecta* L. **N. L. S. Mesquita, A. Santos, Q. S. de Novaes, P. P. de S. Soares, C. A. E. Leitão, A. de O. Soares Filho, J. L. Bezerra.**

- 161 *Chrysophyllum cainito* L. (Sapotaceae): new host of the carambola fruit fly in Brazil (In Portuguese). **J. V. T. A. Costa, M. do S. M. de Sousa, M. F. de Souza-Filho, R. Adaime.**

- 165 Comparison between different DNA extraction protocols from leaves of the cocoa tree, *Theobroma cacao* L. (In Portuguese). **A. N. dos Santos Júnior, G. S. Nascimento, F. J. de Andrade, J. P. A. de A. Takahash, E. R. de J. Nascimento, K. P. Gramacho.**

- 169 Impact of the introduction of the african dung-beetle, *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), on land uses in the Caatinga of Northeast Bahia, Brazil (In Portuguese). **I. da S. Queiroz, C. Reis, J. H. C. Delabie.**

- 173 Diversity of predatory ants of the genus *Strumigenys* Smith, 1860 (Formicidae, Myrmicinae) in the experimental areas of the Cocoa Research Center, CEPLAC, at Ilhéus, Bahia (In Portuguese). **M. Pauletti Filho, E. dos Santos-Neto e J. H. C. Delabie.**

- 177 *In silico* analyses and the design of species-specific primers for plant pathogen molecular diagnosis (In Portuguese). **B. da S. Gomes, V. S. Diorato, S. P. M. Reis, K. P. Gramacho.**

- 183 Establishing a core collection of *Moniliophthora perniciosa*, the causal agent of the Witches' Broom disease of cacao (In Portuguese). **T. R. da Silva, R. F. Pereira, F. J. de Andrade, K. P. Gramacho.**

TECHNICAL NOTE

- 187 New Section: Update Sheets on Phytopathology and Entomology. **K. P. Gramacho, A. N. dos Santos Júnior, J. H. C. Delabie.**

- 188 Pathosystem: *Theobroma cacao* L. (Cocoa) x *Moniliophthora roreri* (Cocoa Moniliaisis) (In Portuguese). **A. N. dos Santos Júnior, R. F. Pereira, K. P. Gramacho.**

- 191 Thanks to Scientific Consultants.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES (Versão 2023)

1. CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO

Como parte do processo de submissão, os autores devem verificar a conformidade de sua submissão com todos os itens a seguir. Submissões que não seguem essas diretrizes serão devolvidas aos autores.

- A submissão é original e não foi submetida a outro periódico (em caso contrário, uma justificativa deve ser enviada ao Editor).
- Toda a pesquisa atende às diretrizes éticas, incluindo a adesão aos requisitos legais do país onde a pesquisa foi realizada.
- O arquivo está em formato editável de arquivo de documento Microsoft Word, LibreOffice ou RTF (.doc ou .docx).
- Figuras e tabelas devem ser inseridas no final do manuscrito, ou podem ser enviadas em arquivos em separado. Para a edição definitiva, as imagens deverão ser enviadas com uma resolução mínima de 300 dpi. Eventualmente, os autores podem ser solicitados a enviar o arquivo com uma figura de melhor qualidade.
- O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores.
- A submissão deve ser acompanhada por uma lista de quatro pareceristas potenciais cujos nomes serão informados em “Comentários ao Editor”, como segue: nomes completos, afiliação institucional, país, endereço de e-mail e três palavras-chave que melhor descrevem suas áreas de atuação. Pelo menos dois destes devem estar atuando em instituições e/ou estados diferentes do país de origem do autor da submissão.

2. DIRETRIZES PARA AUTORES

Agrotrópica é uma publicação gratuita para os autores e de acesso aberto para leitores. A revista aceita colaborações em português, espanhol e inglês para as seguintes seções: Artigos Científicos, Notas Científicas, Revisões Bibliográficas, Artigos de opinião, Fichas de Atualização em Fitopatologia e Entomologia.

2.1. Categorias dos Trabalhos

Artigos Científicos

Artigos originais e relevantes, escrito em português, inglês ou espanhol. A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, Autoria, Endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Resumo em inglês, Palavras-chave em inglês, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos, Referências, Tabelas, Figuras.
- Papers in English - Title, authorship, institutional and electronic addresses, Abstract, Keywords, Title in Portuguese, Abstract in Portuguese, Keywords in Portuguese, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References, Tables, Figures.
- Artículos en español - Título, Autoría, Direcciones institucionales y electrónicas, Resumen, Palabras clave; Título en inglés, Resumen en inglés, Palabras clave en inglés, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos, Referencias, Cuadros, Figuras.
- **O título, o resumo e os termos para indexação** devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês;
- **Resultados e Discussão** podem ser fundidos numa única seção, caso necessário (Resultados e Discussão). No entanto, a forma separada é recomendada.

Notas Científicas

As notas têm o mesmo rigor dos trabalhos científicos e o mesmo valor como publicação:

- Notas científicas são comunicações breves, cuja publicação imediata é justificada por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo;
- As normas de submissão da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:
 - Resumo com 200 palavras, no máximo.
 - Deve ter oito páginas, no máximo, incluindo-se tabelas e figuras.

Revisões Bibliográficas

Artigos relevantes e de interesse da revista ou a convite do Editor. Os artigos de revisão compilam, analisam e discutem informações já publicadas. As normas de submissão de uma revisão bibliográfica são as mesmas do Artigo Científico, sem a necessidade que seja estruturada em Material e Métodos, Resultados ou Discussão. A organização e eventuais subtítulos do texto principal com eventuais subtítulos ficam a cargo do(s) autor(es).

Artigos de opinião

O texto deve apresentar pesquisas e/ou controvérsias em Agricultura tropical e/ou discorrer sobre reflexões, polêmicas e temas relevantes e atuais apresentando pesquisas sobre o tema tratado. O conteúdo deve apresentar uma perspectiva pessoal e original sobre tópicos em Agricultura Tropical. A iniciativa pode ser dos autores ou a convite do Editor da Revista Agrotrópica.

Fichas de Atualização em Fitopatologia e Entomologia

Fichas a serem inseridas na parte final de cada volume, no formato de duas páginas da revista. Devem incluir título, autor(es) e texto, apresentando, de forma concisa o estado da arte e os avanços (ou publicações) recentes sobre o organismo em pauta, com um curto resumo em inglês e, na segunda página, ilustrações, tais como fotografias da doença ou do inseto, mapa de distribuição e outras informações convenientes, referências bibliográficas.

3. INSTRUÇÕES GERAIS AOS AUTORES

3.1. O original da submissão deve ser apresentado em português, inglês ou espanhol, em formato A4 (21,0 x 29,7 cm), fonte Times New Roman, corpo 12, espaço 1,5 (exceto Resumo e Abstract, em espaço simples), digitado em Word/Windows. O artigo editável deverá ser encaminhado à Comissão Editorial da revista por meio eletrônico (agrotrop.agrotrop@gmail.com). Na primeira página deverão constar o endereço postal completo e o endereço eletrônico do(s) autor(es). As figuras e tabelas podem ser inseridas no final do manuscrito, ou podem ser enviadas em arquivos em separado.

3.2. Os artigos científicos e notas científicas devem conter introdução que destaque os antecedentes, a importância do tópico e revisão de literatura. Nos materiais e métodos devem-se descrever os materiais e métodos usados, incluindo informações sobre localização, época, clima, solo etc., bem como nomes científicos se possível completo de plantas, animais, patógenos etc., o desenho experimental e recursos de análise estatística empregada. Os resultados e discussão poderão ser escritos juntos ou separados e devem incluir tabelas com suas respectivas análises estatísticas e figuras com suas respectivas análises estatísticas (se pertinente). Na parte final da Discussão deve apresentar as conclusões do trabalho através de frases curtas, com o verbo no presente do indicativo, sem comentários adicionais e derivados dos objetivos do artigo.

3.3. Título - Deve ser conciso e expressar com exatidão o conteúdo do trabalho, com no máximo 15 palavras.

3.4. Resumo e Abstract - Devem conter no máximo 300 palavras;

O Abstract deve ser a tradução fiel do resumo em inglês.

3.5. Palavras chave - Devem ser no máximo de seis, sem estar contidas no título.

3.6. Os nomes científicos devem ser apresentados em itálico e ter o autor citado na primeira vez que forem citados. O nome de gênero será abreviado a partir da segunda chamada.

3.9. Recomenda-se que a licença de coleta (ou outra licença exigida durante o estudo) seja citada na metodologia, assim como deve-se declarar onde o material de estudo encontra-se tombado, quando for o caso.

3.10. Introdução - Deverá ser concisa e conter revisão estritamente necessária à introdução do tema e suporte para a metodologia e discussão. A introdução deve ser finalizada informando com clareza os objetivos do trabalho.

3.11. Material e Métodos - Poderá ser apresentado de forma descritiva contínua ou com subitens, de forma a permitir ao leitor a compreensão e reprodução da metodologia citada com auxílio ou não de citações bibliográficas.

3.12. Resultados, Discussão - De acordo com o formato escolhido, estas partes devem ser apresentadas de forma clara, com auxílio de tabelas, gráficos e figuras, de modo a não deixar dúvidas ao leitor, quanto à autenticidade dos resultados, pontos de vistas discutidos e conclusões sugeridas.

3.13. Agradecimentos - As pessoas, instituições e empresas que contribuíram na realização do trabalho deverão ser mencionadas no final do texto, antes do item Referências Bibliográficas.

3.14. Unidades de medida - Usar exclusivamente o Sistema Internacional (S.I.).

3.15. Figuras (gráficos, desenhos, mapas) - devem ser apresentadas com qualidade que permita boa reprodução gráfica; devem ter 8,2 cm ou 17 cm de largura; as fotografias devem ser escaneadas com 300 dpi e gravadas em arquivo TIF ou similares. As figuras podem ser apresentadas ao final do manuscrito ou separadas do texto.

3.16. As tabelas - devem ser apresentadas em Word ou Excel e os dados digitados em Times New Roman.

3.17. Ao longo do texto, as figuras e tabelas devem ser citadas das seguintes formas: “Fig. 1” e “Tabela 1”

3.18. Citações: No texto as referências devem ser citadas da seguinte forma: Silva (1990) ou (Silva, 1990).

3.19. Quando for o caso, abreviaturas não usuais serão apresentadas como nota de rodapé. As citações bibliográficas do texto devem ser pelo sobrenome do(s) autor(es) seguido do ano. Quando houver mais de três autores, somente o sobrenome do primeiro será citado, seguido da expressão “et al.”

3.20. Todas as ilustrações devem ser preferencialmente originais. Em caso da reutilização de um figura já publicada, o(s) autor(es) deve(m) se assegurar da autorização de uso pelo proprietário dos direitos autorais da publicação original ou de uma licença “Creative Commons”.

A normalização das referências deve seguir os exemplos abaixo:

Artigo científico:

REIS, E. L. 1996. Métodos de aplicação e fracionamento de fertilizantes no desenvolvimento de seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Sul da Bahia. Agrotrópica, 8(2): 39-44.

MEBS, D., POGODA, W., TOENNES, S.W. 2018. Loss of skin alkaloids in poison toads, *Melanophrryniscus klappenbachi* (Anura: Bufonidae) when fed alkaloid-free diet. Toxicon 150: 267–269.

Artigo científico com DOI:

RAHARDJO, Y. P. et al., 2022. Impact of controlled fermentation on the volatile aroma of roasted cocoa. Brazilian Journal of Food Technology. 25: e2020270. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.27020>

Livro completo:

BALL, D. M.; HOVELAND, C. S.; LACEFIELD, G. D. 1991. Southern forages. Atlanta, PPI/FAR. 256p.

Capítulo de livro:

ENTWISTLE, P. F. 1987. Insects and cocoa. In Wood, G. A. R.; Lass, R. A. Cocoa. 4ed. London, Longman. pp. 366-443.

Dissertação de mestrado, Tese de doutorado e Monografia Seriada (a revista não encoraja o uso desse tipo de referência. No entanto, será aceita quando o documento for a única fonte de informação disponível sobre determinado assunto):

ROCHA, C. M. F. 1994. Efeito do nitrogênio na longevidade da folha de cacau (*Theobroma cacao* L.). Dissertação de Mestrado. Salvador, UFBA. 31p.

ROHDE, G. M. 2003. Economia ecológica da emissão antropogênica de CO₂ - uma abordagem filosófica-científica sobre a efetuação humana alopoietica da terra em escala planetária. Tese de Doutorado. Porto Alegre, UFRGS/IB. 235p.

TREVIZAN, S. D. P.; ELOY, A. L. S. 1995. Nível alimentar da população rural da Região Cacaueira da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 180. 19p.

4. OUTRAS INFORMAÇÕES IMPORTANTES

4.1 A publicação dos trabalhos depende de pareceres favoráveis da assessoria científica “Ad hoc” e da aprovação do Comitê Editorial da Agrotrópica.

4.2. Os autores receberão cópias do seu trabalho publicado, por e-mail.

4.3. Os trabalhos não aprovados para publicação serão devolvidos ao autor.

4.4. Transferência de direitos autorais: Os autores concordam com a transferência dos direitos de publicação do referido artigo para a revista. A reprodução de artigos somente é permitida com a citação da fonte e é proibido o uso comercial das informações.

4.5. As questões e problemas não previstos na presente norma serão dirimidos pelo Comitê Editorial.

4.6. Solicitações de informações complementares devem ser dirigidas a:

Email: agrotrop.agrotrop@gmail.com

O DIÂMETRO, A HIDRATAÇÃO E A MUCILAGEM INTERFEREM NA QUALIDADE DE ESTACAS DE CACAUERO?¹

Aldo Maia Lavigne Brito, Miriã Cristina Pereira Fagundes, George Andrade Sodré*

Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, Salobrinho, Ilhéus-BA, Brasil.
aldomaialavigne@outlook.com; mcpfagundes@uesc.br; gasodre@uesc.br

*Autor para correspondência: mcpfagundes@uesc.br

¹Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor em Produção vegetal, no Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal - PPGPV na Universidade Estadual de Santa Cruz.

Objetivou-se avaliar se, os fatores *hidratação e diâmetro de estacas de clones de cacaueiro* influenciam no conteúdo de mucilagem, e se há diferença entre massas secas e frescas das estacas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 x 2, sendo o fator diâmetro da estaca representado pelas classes (< 4 mm, 4-8 mm e > 8 mm) o fator clone por (Cepec 2002 e PS 13.19) e a condição de preparo da estaca (com e sem hidratação). Foram avaliadas as massas frescas, secas e percentuais da casca e do lenho. Os resultados indicaram que os percentuais de casca e lenho podem ser usados como critério para seleção de estacas ortotrópicas de cacaueiro para enraizamento.

Palavras-chave: Clones, brotações ortotrópicas, muda de cacaueiro.

Do diameter, hydration, and mucilage interfere with the rooting of cocoa cuttings? The aim of this study was to evaluate if the factors *hydration* and *diameter of cocoa clone cuttings* influence mucilage content and if there are differences between the dry and fresh masses of the cuttings. The experimental design was integrally randomized according a factorial scheme 3 x 2 x 2, and the factor diameter of the cutting was represented by the classes (< 4 mm, 4-8 mm and > 8 mm), the clone factor by (Cepec 2002 and PS 13.19) and the condition of preparation of the cuttings (with and without hydration). The evaluation was performed regarding fresh and dry weight, and bark and wood percentage. The results indicated that the percentages of bark and wood can be used as a criterion for the selection of orthotropic cuttings of cocoa for rooting.

Key words: Clones, orthotropic shoots, cocoa tree seedlings.

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é uma planta perene de crescimento dimórfico, podendo produzir ramos tanto com crescimento ortotrópico quanto plagiotrópico. Essa característica possui grande relevância, uma vez que esses ramos apresentam estruturas e hábitos de crescimento distintos, o que influencia diretamente na arquitetura da copa da planta e no fornecimento de material para a propagação vegetativa (Miller & Guiltinan, 2003).

Atualmente na cacauicultura, o uso de mudas de qualidade obtidas por propagação vegetativa e usando genótipos elite é um processo necessário na renovação das lavouras (Sodré, 2017). Nesse sentido, a estquia tem sido o método recomendado para a obtenção de mudas de cacaueiro, devido à sua rapidez e menor custo (Leite et al., 2013).

Pesquisas têm demonstrado que estacas ortotrópicas possibilitam a produção de mudas clonais de cacaueiro com relativa facilidade e que plantas matriz ortotrópicas podem ser mantidas em viveiro a fim de aumentar o rendimento de brotações para enraizamento (Sodré, 2013). Adicionalmente, a propagação de cacaueiros por meio de ramos ortotrópicos resulta em plantas com arquitetura semelhante àquelas originárias de sementes de cacau, apresentando copas mais compactas que requerem menos podas de formação e manutenção, além de produzir raízes que se assemelham ao sistema radicular pivotante (Miller & Guiltinan, 2003; Sodré, 2013).

Contudo, a produção de mudas de cacaueiro apresenta limitações devido à dificuldade no enraizamento da espécie (Pereira et al., 2018), que pode estar relacionado a diversos fatores como material genético, folha remanescente, hormônio ou uso de reguladores de crescimento, tipo do substrato, época do ano (Faria & Sacramento, 2003; Sodré et al., 2007), além da presença de mucilagem no material propagativo, diâmetro da estaca e a espessura do lenho e da casca.

Nakayama et al. (1996) constataram a presença de mucilagem no material de propagação vegetativa do cacaueiro, que pode ser um fator limitante para o rendimento e qualidade das mudas. Essa mucilagem é facilmente observada na estaca logo após o corte, e pode impedir o contato da solução líquida ou de misturas em pó contendo reguladores vegetais necessários ao enraizamento. Observa-se ainda, que

a mucilagem tende a aumentar de volume ao entrar em contato com meio líquido.

Alonso (2021) verificou que o sistema de revestimento primário de tecidos de mudas clonais plagiotrópicas de cacaueiro é recoberto pela cutícula, com presença de canais secretores de mucilagem, tricomas tectores e glandulares e que os canais secretores de mucilagem estão presentes, em todos os órgãos vegetativos incluindo o parênquima cortical e medular do caule e do pecíolo e no parênquima fundamental da nervura central. Esses canais de mucilagem possuem forma e diâmetro variados e tendem a fusionar-se longitudinalmente formando um único e longo canal (Nakayama et al., 1996).

Brook & Guard (1952) verificaram, no cacaueiro, cavidades preenchidas com substâncias mucilaginosas ocorrendo nas raízes, caules, flores e folhas. Apesar de não ter realizado estudo ontogenético do canal de mucilagem, Metcalfe & Chalk (1979) consideram a origem como sendo, parte lizógena e parte esquizógena.

O diâmetro da estaca e a espessura do lenho e da casca também são variáveis importantes e relacionadas à eficiência na produção de mudas clonais do cacaueiro, especialmente no que se refere à hidratação, absorção, o conteúdo de carboidratos e os efeitos de reguladores vegetais aplicados no processo de enraizamento. Além disso, o local de coleta da estaca na planta matriz também influencia na qualidade da muda e assim, Brito & Sodré (2022) verificaram que estacas de cacaueiro coletadas próximas à base dos ramos apresentam naturalmente maior diâmetro quando comparadas a estacas apicais. De forma geral, o conteúdo de carboidratos, constitui importante fator para o desenvolvimento de raízes adventícias diminuindo da base para o ápice do ramo; assim, estacas da porção basal do ramo apresentam maior potencial de enraizamento (Hartmann et al., 2011).

Considerando que a hidratação da estaca pode reduzir a quantidade de mucilagem, o objetivo desse trabalho foi avaliar se o diâmetro e a hidratação alteram as massas úmidas e secas de estacas ortotrópicas de clones de cacaueiro.

O estudo foi conduzido durante o mês de novembro de 2021, em casa de vegetação e no laboratório da Seção de Fisiologia Vegetal, localizados no Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec), Comissão Executiva do

Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), Ilhéus-BA, Brasil (14°45'S; 39°40'O).

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 3 x 2 x 2, sendo o fator diâmetro da estaca representado pelas classes (< 4 mm, 4 - 8 mm e > 8 mm), o fator clone por dois genótipos (Cepec 2002 e PS 13.19) além da condição de preparo da estaca (com e sem hidratação), havendo sete repetições e cada unidade experimental composta por uma estaca.

As estacas foram coletadas em plantas matrizes estabelecidas em viveiro e que foram previamente submetidas a envergamento do caule com intuito de forçar a brotação de ramos ortotrópicos. Essas matrizes foram produzidas com tecnologia desenvolvida por Sodré (2017) e inicialmente formadas com o plantio de duas mudas de hastes ortotrópicas com sete meses de idade, em vasos de 12 litros, preenchidos por substrato provenientes da mistura de 25 litros de Carolina Soil® + 25 L de Biomix®, enriquecida com fertilizante de liberação lenta Osmocote® 14-14-14 3M (25 g), PG mix (25 g) e superfosfato simples (100 g).

Foram retiradas estacas com três gemas que apresentaram para o clone Cepec 2002 e condição sem hidratação, o comprimento médio de 5,7; 5,7 e 5,3 cm e para estacas com hidratação de 5,0; 5,6 e 5,8 nos diâmetros < 4 mm; 4-8 mm e > 8 mm. Para o clone PS 13.19, os comprimentos para estacas sem hidratação foram 4,6; 6,5 e 5,7 cm e para estacas submetidas à hidratação 6,4; 3,7 e 6,2 cm nos diâmetros <4 mm; 4-8mm e > 8 mm, respectivamente.

Logo após a coleta, as folhas foram seccionadas na base do pecíolo. As estacas submetidas à hidratação foram acondicionadas em recipientes plásticos de 50 ml, preenchidos com areia lavada e, em seguida, completados com água destilada até 0,5 cm acima do limite do substrato (Figura 1). As estacas submetidas à hidratação permaneceram nessa condição por 12 horas em casa de vegetação, enquanto as estacas sem hidratação foram coletadas no final desse período.

As estacas, hidratadas ou não, foram limpas, enxutas em papel toalha e seus diâmetros e comprimentos foram medidos, separando a casca e o lenho com o auxílio de um bisturi e cortes longitudinais. Neste trabalho, a casca se refere ao tecido protetor externo do caule e o lenho se refere ao tecido duro e lenhoso encontrado na parte interna do caule (Figura 2). Em seguida, esses componentes foram pesados para obtenção da massa fresca e depois acondicionados em sacos de papel e levados ao Laboratório de Fisiologia do Cepec/Ceplac onde foram secos em estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas e novamente pesados em balança eletrônica semianalítica (0,001g) para obter a massa seca.

Foram avaliadas as massas frescas e secas da casca (MFC e MSC, respectivamente), lenho (MFL e MSL, respectivamente) e totais, fresco (MFT) e seco (MST). Também foram calculados os percentuais de casca fresca (PCF) e lenho fresco (PLF). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2019).



Figura 1. Montagem do experimento de estacas ortotrópicas dos clones de cacaueiro (Cepec 2002 e PS-13.19) e classes de diâmetros (<4 mm; 4-8 mm e >8 mm) com e sem a condição de hidratação. (A) Detalhe da mucilagem após o corte da estaca; (B) Detalhe do tratamento com hidratação e (C) Recipiente usado para hidratação da estaca.



Figura 2. Estacas ortotrópicas de cacaueiro usadas no experimento com e sem hidratação. (A) Estaca com 3 gemas; (B) Detalhe do corte longitudinal da estaca com separação de casca e lenho.

Verificaram-se efeitos significativos para o diâmetro da estaca (DE) para todas as variáveis estudadas (Tabela 1) e interações entre o DE e clone para a porcentagem de casca fresca (PCF) e porcentagem de lenho fresco (PLF). Para o fator clone, foi verificada significância para porcentagem de casca fresca (PCF) e de lenho fresco (PLF) (Tabela 2).

Para as massas frescas e secas totais (MFT e MST), foram verificadas diferenças significativas entre as das estacas, entretanto, é provável que esse resultado possa ser também atribuído ao comprimento da estaca, a exemplo do clone PS 13.19 com diâmetro < 4 mm e sem hidratar que foi de 4,6 cm enquanto nas

estacas com hidratação o comprimento médio foi 6,4 cm. De acordo com Hossel et al. (2017), o comprimento da estaca é um fator importante para o enraizamento, pois apresenta relação direta com a quantidade de reservas nutritivas, número de gemas, teor de carboidratos e de auxinas endógenas.

As massas secas e frescas de casca (MSC e MFC, respectivamente) mostraram diferenças significativas e foram inferiores para os menores diâmetros nas estacas com e sem hidratação. Para as massas secas e frescas do lenho (MSL e MFL, respectivamente) não houve diferenças entre os diâmetros das estacas < 4 mm e 4-8 mm, mas essas foram inferiores ao diâmetro > 8 mm (Tabela 1). Esse resultado sugere que a casca, ao contrário do lenho, perde água de forma significativa e proporcional ao diâmetro das estacas sendo possível inferir que o lenho é mais resiliente à perda de água. Alonso (2021), estudando tecidos de mudas clonais plagiotrópicas de cacaueiro, verificou que os genótipos apresentaram a mesma configuração dos tecidos de revestimento, preenchimento e vascular de raiz caule e folhas, porém com variação significativa ($p < 0,05$) nas dimensões desses tecidos, especificamente para a estrutura de caule.

A composição dos tecidos que formam a casca e o lenho também poderia explicar esse comportamento, além da estrutura e volume de tecidos de preenchimento e vasos condutores (parênquima,

Tabela 1 – Valores médios do diâmetro da estaca (DE), massa fresca da casca (MFC), massa fresca do lenho (MFL), massa fresca total (MFT), massa seca da casca (MSC), massa seca do lenho (MSL), massa seca total (MST), porcentagem de casca fresca (PCF) e porcentagem de lenho fresco (PLF) de estacas ortotrópicas de cacaueiro com três diâmetros (<4 mm; 4-8 mm e >8 mm) submetidas às condições de com e sem hidratação

| | Com hidratação | | | Sem hidratação | | |
|---------|-------------------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | Diâmetro da estaca (mm) | | | | | |
| | <4 | 4-8 | >8 | <4 | 4-8 | >8 |
| MFC (g) | 0,42c | 1,00b | 2,45a | 0,48c | 0,90b | 2,60a |
| MFL (g) | 0,23b | 0,70b | 2,66a | 0,23b | 0,75b | 2,63a |
| MFT (g) | 0,66c | 1,71b | 5,12a | 0,71b | 1,47b | 5,24a |
| MSC (g) | 0,09c | 0,24b | 0,48a | 0,09c | 0,20b | 0,48a |
| MSL (g) | 0,05b | 0,17b | 0,66a | 0,05b | 0,13b | 0,56a |
| MST (g) | 0,15c | 0,42b | 1,14a | 0,14b | 0,33b | 1,04a |
| PCF (%) | 64,9a | 58,9b | 48,6c | 65,7a | 62,7a | 50,0b |
| PLF (%) | 35,0c | 41,0b | 51,3a | 34,2b | 37,2b | 49,2a |

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (classes de diâmetros), dentro da mesma condição de hidratação não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 2 - Valores médios da porcentagem de casca fresca (PCF) e porcentagem de lenho fresco (PLF) de estacas ortotrópicas dos clones de cacaueiro (Cepec 2002 e PS 13.19) com três diâmetros (<4 mm; 4-8 mm e >8 mm)

| Clones | Diâmetro da estaca (mm) | | |
|------------|-------------------------|---------|---------|
| | <4 | 4-8 | >8 |
| PCF (%) | | | |
| Cepec 2002 | 65,7 aA | 64,0 aA | 50,6 aB |
| PS 13.19 | 64,9 aA | 57,6 bB | 48,0 bC |
| PLF (%) | | | |
| Cepec 2002 | 34,2 aB | 35,9 bB | 49,3 aA |
| PS 13.19 | 35,0 aC | 42,3 aB | 51,9 aA |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

esclerênquima e feixes vasculares) e a quantidade de canais de mucilagem. Outro fator que pode controlar a hidratação da casca e do lenho é o teor de amido que, devido à hidrofobicidade, pode reduzir os níveis de hidratação do tecido. Trabalhos realizados por Nakayama et al. (1996), para a caracterização de tecidos de folha e caule do cacaueiro, verificaram que a medula do caule é ampla, constituída de células parenquimáticas contendo grãos de amido e que, entre estas, ocorrem idioblastos contendo drusas e canais de mucilagem. Assim, Ferreira (2014) verificou no cultivar Catuaí de *Coffea arabica* L. que o amido é acumulado em ramos caulinares (plagiotrópicos e ortotrópicos).

A porcentagem de casca fresca (PCF) foi significativamente maior nos menores diâmetros e, de forma inversa, a porcentagem de lenho fresco (PLF) foi significativamente maior nos maiores diâmetros (> 8mm) independentemente da condição de hidratação. Observou-se, nas estacas com hidratação, não haver diferença na PCF entre os diâmetros <4 mm e 4-8 mm. O fato de haver mais casca fresca nas estacas jovens pode, em princípio, ser atribuído ao maior percentual de umidade verificado nos tecidos novos que correspondem às estacas de menor diâmetro, mas também mostra que a capacidade de hidratação é proporcional ao diâmetro da estaca, que é uma característica desejada quando se faz enraizamento do cacaueiro por estaquia. Deve-se também destacar que estacas com grande juvenilidade e com,

geralmente, menores diâmetros, tendem a melhor responder ao enraizamento e apresentam maior rendimento dos matrizeiros quando comparadas com estacas lenhosas, conforme Brito & Sodré (2022).

Verificou-se que, entre os diâmetros, a PCF variou entre 50,6 a 65,7% e de 48 a 64,9%, para os clones Cepec 2002 e PS 13.19, respectivamente; e que nas classes de diâmetro 4-8 mm e > 8 mm, o clone Cepec 2002 foi superior e diferiu do PS 13.19, enquanto na classe < 4 mm não houve diferença entre os clones (Tabela 2). Considerando que é na casca que se encontram as maiores quantidades de mucilagem e que a presença de mucilagem significa impedimento ao contato dos reguladores vegetais aplicados para promover o enraizamento, esse resultado sugere que o clone PS 13.19, por apresentar maior percentual de lenho e menor de casca, apresentaria melhores respostas ao enraizamento e necessitaria de doses menores de ácido indolbutírico (AIB).

Soares (2019), trabalhando com enraizamento de estacas ortotrópicas de cacaueiro, sugeriu que, para produção de mudas do clone PS 13.19, são necessárias doses reduzidas ou mesmo ausência de regulador de crescimento quando comparado com o clone Cepec 2002. Por sua vez, segundo Hartmann et al. (2011), estacas herbáceas tendem a apresentar maior conteúdo endógeno de auxina requerendo menores doses de reguladores para o enraizamento. Santos Junior et al. (2008), trabalhando com estacas semi-lenhosas de ramo plagiotrópico de cacaueiros do clone PS 13.19, verificaram que o uso de doses altas de AIB provocava morte de estacas. Verificaram também que a melhor dose de AIB diluída em talco para o clone PS 13.19 foi de 4 mg kg^{-1} , valor inferior a 6 mg kg^{-1} que foi a dose sugerida para o cacaueiro por Leite (2006).

A PLF também variou entre os clones e foi significativamente superior para o PS 13.19 em relação ao Cepec 2002 na classe 4-8 mm. Entre as classes de diâmetro, no diâmetro > 8 mm, o PS 13.19 obteve valores significativamente superiores com diferenças em relação aos diâmetros <4 mm e 4-8 mm. Para Cepec 2002, no diâmetro > 8 mm, os valores foram significativamente superiores com diferenças em relação aos diâmetros < 4 mm e 4-8 mm, que não diferiram estatisticamente entre eles (Tabela 2). Os resultados encontrados tanto para PCF quanto para

PLF indicam que essas características poderiam ser usadas como atributo de qualidade e/ou critério de seleção de estacas ortotrópicas para produção de mudas. Nesse caso, clones com menores percentuais de casca e maiores percentuais de lenho tenderiam a conter menos mucilagem e, portanto, apresentariam menor impedimento à absorção dos reguladores vegetais, a exemplo do AIB usado para o enraizamento.

Estacas de ramos ortotrópicos de clones de cacaueiro submetidas à hidratação aumentam as massas da casca e lenho de acordo com o diâmetro.

Os percentuais de casca e lenho podem ser usados como critério para seleção de estacas ortotrópicas de cacaueiro para enraizamento.

Menores percentuais de casca observados no clone PS 13.19 sugerem que esse clone contém menos mucilagem.

Literatura Citada

- ALONSO, R. S. 2021. Caracterização fisiológica, morfoanatômica e histoquímica dos órgãos vegetativos de clones de cacaueiro. Dissertação de Mestrado. Ilhéus, UESC. 69p.
- BRITO, A. M. L.; SODRÉ, G. A. 2022. Efeito do diâmetro no enraizamento de estacas ortotrópicas de cacaueiro. Agrotrópica 34(3):181-188.
- BROOKS, E. R.; GUARD, A. T. 1952. Vegetative anatomy of *Theobroma cacao*. Botanical Gazette, 113(4):444-454.
- FARIA, J. C.; SACRAMENTO, C. K. 2003. Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacaueiro (Clones CEPEC 42, TSH 516, TSH 1188) em função da aplicação de ácido indolbutírico (AIB). Revista Brasileira de Fruticultura 25 (1):192-194.
- FERREIRA, D. F. 2019. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. Brazilian Journal of Biometrics 37(4):529-535.
- FERREIRA, I. N. M.; dos SANTOS, C. S.; FILHO, J. T. C. 2014. Caracterização anatômica dos órgãos vegetativos do cafeiro arábica (*Coffea arabica* L.). Fragmentos de Cultura 24 (1): 153-161.
- HARTMANN, H. T. et al. 2011. Plant propagation: principles and practices. 8th. ed. Boston: Prentice Hall. 915p.
- HOSSEL, C.; HOSSEL, J. S. A. O.; WAGNER JÚNIOR, A. 2017. Tamanho da estaca e concentração de ácido indolbutírico na propagação do sabugueiro por estaquia. Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária 1(2):109-112.
- LEITE, J. B. V. et al. 2013. Época de coleta e reguladores de crescimento no enraizamento de estacas de clones de cacaueiro. Agrotrópica 25(1):45-52.
- LEITE, J. B. V. 2006. Cacaueiro: propagação por estacas caulinares e plantio no semi-árido do estado da Bahia. Tese de Doutorado. Jaboticabal, UNESP. 90p
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. 1979. Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses 2.ed. Oxford: Clarendon Press, v.1.
- MILLER, C. R.; GUILTINAN, M. J. 2003. Perspectives on rapid vegetative multiplication for orthotropic Scion and rootstock varieties of cocoa. In: International workshop on cocoa breeding for improved production systems. Accra, 2003. Proceeding. Accra, INGENIC. pp.189-194.
- NAKAYAMA, L. H. I.; SOARES, M. K. M.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. 1996. Contribuição ao estudo anatômico da folha e do caule do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.). Scientia Agricola 53(1):73-79.
- PEREIRA, R. A. et al. 2018. Matrix management intergers in yield and quality. Revista Brasileira de Fruticultura 40 (3):1-8.
- SANTOS JÚNIOR, A. J. et al. 2008. Enraizamento de estacas, crescimento e respostas anatômicas de mudas clonais de cacaueiro ao ácido indol-3-butírico. Revista Brasileira de Fruticultura 30 (4):1071-1082.
- SOARES, M. B. 2019. Enraizamento, crescimento e qualidade de miniestacas ortotrópicas de cacaueiros. Dissertação de Mestrado. Ilhéus, BA. UESC.48p.
- SODRÉ, G. A. et al. 2007. Substratos para enraizamento e crescimento de clones de cacaueiro. Agrotrópica 19:35-38.
- SODRÉ, G. A. 2013. Formação de Mudas de Cacaueiro onde nasce a boa cacaicultura. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 202. 47p.
- SODRÉ, G. A. (Ed.) 2017. Cultivo do cacaueiro no estado da Bahia. Ilhéus, BA, MAPA/Cepac/Cepec. 126p.

PRODUÇÃO DE ÁGUA EM PAISAGENS DA REGIÃO CACAUERA DA BAHIA NO CONTEXTO DA CRISE DA LAVOURA: UM ESTUDO DE CASO

Danusa Oliveira Campos^{1*}, Jacques Hubert Charles Delabie^{2,3}

¹Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Centro de Formação em Ciências Agroflorestais (CFCAf). Ilhéus, BA, Brasil. danusa.campos@ufsb.edu.br

²Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Laboratório de Mirmecologia, Km 22, rodovia Ilhéus-Itabuna (BR-415), Ilhéus-BA, Brasil. jacques.delabie@gmail.com

³Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais (DCAA). Ilhéus, BA, Brasil.

*Autor para correspondência: danusa.campos@ufsb.edu.br

A discussão sobre a crise da lavoura cacaueira baiana, a partir dos anos 1990, na maioria das vezes enfatiza como principais causas fatores adversos tais como a doença Vassoura-de-Bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), assim como mudanças institucionais e estruturais. Entretanto, de forma até mesmo mais determinante, outros fatores atuaram na redução da produção de cacau e não são devidamente referenciados. Este artigo enquadra uma nova abordagem à crise da produção do cacau na Bahia. Itororó é um município estratégico por estar a montante da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira, a qual atende uma população de mais de 500.000 habitantes, e apresenta numerosos problemas ambientais impactando diretamente em seu regime hídrico. Este estudo objetivou analisar a capacidade de produção de água das paisagens do município de Itororó, estado da Bahia. Para tanto, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para analisar a dinâmica do uso e cobertura da terra e sua interferência na produção de água das paisagens. Também foi mapeada a capacidade de produção de água das paisagens do município, seguindo metodologia desenvolvida por Campos em 2014. Os dados de uso e cobertura da terra revelaram que, entre 1985 e 2020, houve aumento da área de pastagens e de formações florestais no município, enquanto havia redução em mais de 55% dos corpos hídricos, mostrando que existe uma tendência contínua e acentuada à diminuição da capacidade de produção de água em Itororó.

Palavras-chave: Uso e cobertura da terra, produção de água, planejamento ambiental.

Water production in the landscapes of the cocoa producing region of Bahia, Brazil, in the context of crop crisis: a case study. The discussion about the crisis in the cocoa producing region of Bahia, after the 1990s, generally emphasizes some aspects, such as adverse factors as the Witches' Broom disease (*Moniliophthora perniciosa*) or institutional and structural changes. However, even more decisively, other factors acted to reduce cocoa production and are not properly referenced. This article frames a new approach to the cocoa production crisis in Bahia. Itororó is a strategic municipality situated upstream of the Cachoeira River basin, which serves a population of more than 500,000 inhabitants, and presents numerous environmental problems directly impacting its water regime. This study aimed to analyze the water production capacity of landscapes in the municipality of Itororó, state of Bahia. To this end, we used geoprocessing techniques to make an analysis of the land use and cover dynamics and their interference in water production in landscapes. The water production capacity of the municipality's landscapes was also mapped, following a methodology developed by Campos in 2014. Land use and cover data revealed that, from 1985 to 2020, there was an increase in the area of pastures and forest formations in the municipality, while there was a reduction of more than 55% in water bodies, showing that there is a continuous and accentuated trend towards a decrease in water production capacity in Itororó.

Key words: Land use and coverage, water production, environmental planning.

Introdução

A contínua e intensa exploração dos recursos naturais tem resultado na degradação dos ecossistemas, alteração os ciclos biogeoquímicos, mudanças climáticas, perda da biodiversidade (Berihun et al, 2019). Além de afetar a qualidade de vida da população humana, tem também afetado diretamente ou indiretamente a produção agrícola. A UNESCO (2020) estima que, até 2030, haverá aumento da demanda global por água em 50% e produção de alimentos em cerca de 35%; ainda, as altas taxas de degradação e a permanência do atual ritmo até 2050 poderá ocasionar riscos ambientais impactando 45% do Produto Interno Bruto mundial, 52% da população mundial e 40% da produção mundial de grãos (EMBRAPA, 2018; UNESCO, 2020). Estes dados são preocupantes se associados às análises da UNESCO (2018a, 2018b) onde a agricultura aparece como maior atividade consumidora de água do mundo (69% do total anual da captação hídrica).

Essas projeções têm chamado a atenção e requerido grande esforço da comunidade global na busca de soluções que possam reverter este quadro de degradação da natureza, geradora de injustiças ambientais e desigualdade social. O Congresso Mundial da Natureza, sediado na França em 2020, ressaltou a importância dos serviços ecossistêmicos prestados pelas florestas na proteção dos recursos hídricos, dos ecossistemas e biodiversidade, além da resiliência destes contra as mudanças climáticas, protegendo áreas-chave para melhorar a conectividade entre ambientes nativos ou derivados, qualidade da água, controle e mitigação da poluição e a integridade dos ecossistemas (IUCN, 2021); estas ações buscam equilíbrio entre um sistema fundiário funcional que atenda às demandas da população e a manutenção dos serviços prestados pela natureza dos quais a sociedade é altamente dependente (DeFries; Foley; Asner, 2004).

A Região Cacaueira da Bahia vem passado por profundas transformações e contínua conversão do uso e cobertura da terra desde início de sua ocupação (SEI, 2003a). Esta apropriação do espaço ocorreu várias vezes, sem considerar as limitações das paisagens, impactando em sua dinâmica e nos serviços ecossistêmicos. Após a crise da lavoura

cacaueira iniciada nos anos 1990, essa região foi forçada a uma reorganização socioeconómica imprimindo a uma maior pressão sobre os recursos naturais (Aguiar e Pires, 2019).

A discussão sobre essa crise, na maioria das vezes, enfatiza como principais causas fatores adversos como a vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa* [(Stahel) (Singer); Aims & Phillips-Mora]), assim como mudanças institucionais e estruturais (mercado globalizado) (Pirovani et al, 2013; Chiapetti, Rocha e Conceição, 2020; Carvalho et al. 2020; Santos Filho, 2022). Entretanto, outros fatores atuaram na redução da produção de cacau, de forma até mesmo mais determinante, e não são citados devidamente.

Itororó (BA) está inserida na Região Geográfica Intermediária de Itapetinga e Região Cacaueira (Santos Filho et al, 2020) e possui importância econômica, histórica, social e cultural (Santos; Oliveira, 2008). Apresenta numerosos problemas ambientais tais como, ausência de mata ciliar, construção de moradias em áreas de preservação permanente, além da poluição causada por despejo de esgoto doméstico (Rodrigues et al., 2016). Todos estes problemas impactam diretamente sobre os rios que abastecem a população, dessedentação de animais e a produção agrícola. Além disso, o município é estratégico, já que, abriga a nascente do afluente principal da bacia hidrográfica do Rio Colônia, que, após percorrer 100 km se encontra com Rio Salgado no município de Itapé, para formar a bacia hidrográfica do Rio Cachoeira e atender à demanda de mais de 500.000 habitantes (IBGE, 2022).

Este estudo aborda sob uma forma inédita a crise da produção do cacau na Bahia, mais especificamente no município de Itororó, focalizando os problemas ligados aos recursos hídricos. Entender a dinâmica do uso e cobertura da terra de Itororó e sua interferência na produção de água das paisagens é de suma importância, pois permite determinar o grau de comprometimento dos ambientes deste município e compreender o impacto da degradação da água no estado atual da lavoura de cacau. Ainda, possibilita sugerir ações sustentáveis que possam fundamentar futuras políticas públicas com intuito de melhorar qualidade ambiental.

Material e Métodos

Área de estudo

Itororó, município localizado no sudoeste da Bahia, possui uma área de 313,9 Km². Faz limites com os municípios de Itapetinga, Ibicuí, Nova Canaã, Caatiba, Firmino Alves e Itajú do Colônia (Figura 1). A vegetação nativa característica são as Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Deciduale Floresta Estacional Semidecidual pertencentes ao bioma Mata Atlântica (BRASIL, 1999). Este estudo analisou 99,5% do território de Itororó (312,3 km²), na parte do município que é banhada pela bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

O modelo de uso e ocupação de Itororó, assim como dos demais municípios da região Sudoeste, foi marcado por lutas violentas dos desbravadores com as populações indígenas. A pecuária foi fundamental para apropriação do território, pois servia de pouso para vaqueiros e animais transportados do sertão para

Salvador e Recôncavo Baiano (SEI, 2003a). Itororó conservou forte ligação com os municípios do Litoral Sul da Bahia, seu povoamento iniciou no final do século XIX por agricultores que se estabeleceram às margens do rio Colônia formando em 1922 o povoado de Itapuy, até então distrito de Itabuna. Posteriormente com os desmembramentos municipais, foi distrito de Ibicaraí e, em 1958, se emancipou desse município, alterando seu nome para Itororó (IBGE, 2023a). Esse histórico de ocupação ainda hoje é marcante em Itororó.

O clima vai de seco à subúmido, com uma temperatura média de 23,7°C e pluviosidade de 767 mm anuais. Na classificação de Köppen, está sob a influência do clima de Monção (Am) e Tropical com Estação Seca de Inverno (Aw). O relevo apresenta serras, alvéolos e depressões intramontana do Planalto Pré-litorâneo e serras do rio de Contas do Planalto Sul-Baiano. O município está assentado sobre um substrato constituído por Corpos Granitos de Itajibá e Teolândia, Complexo Ibicuí - Ipiaú - ortognaisse

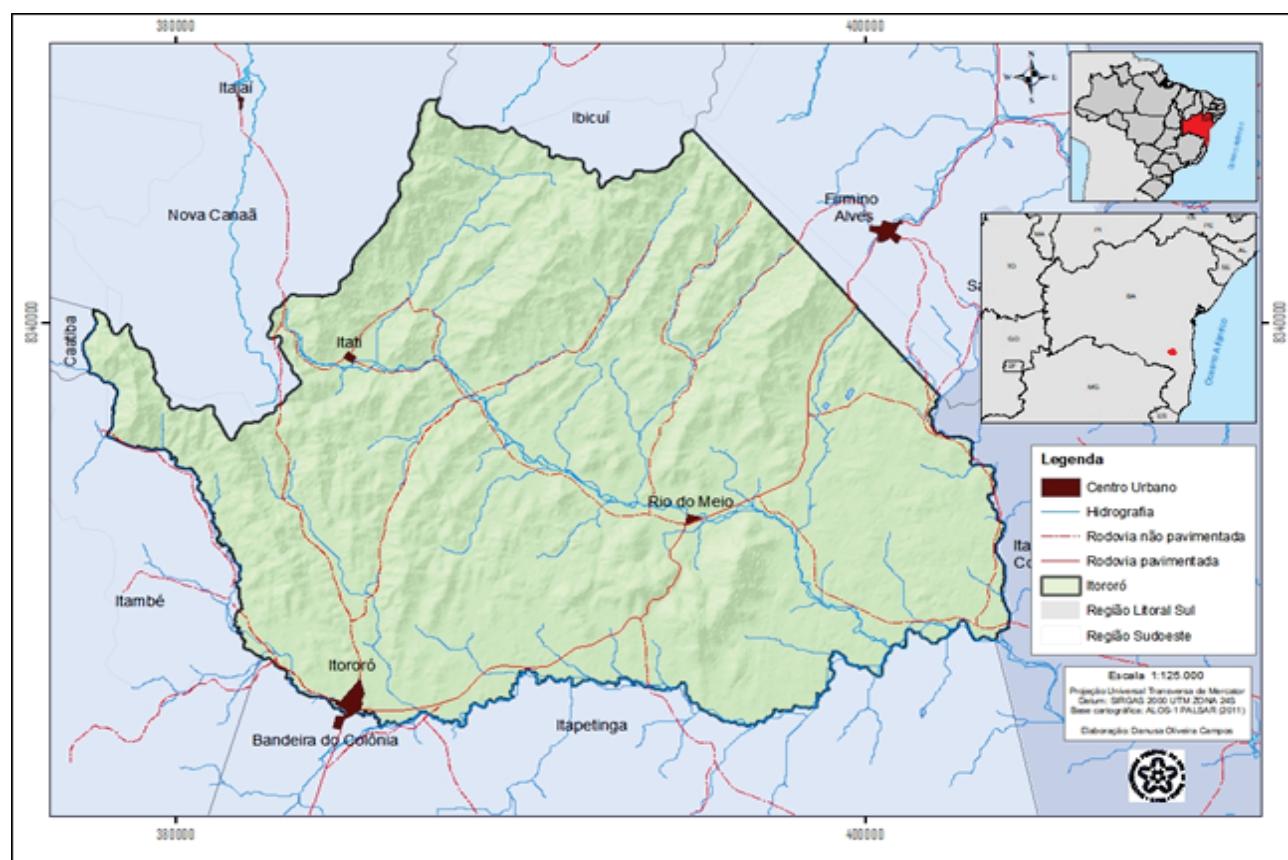


Figura 1 – Localização do município de Itororó-Ba.

miloníticos e rochas do Complexo Ibicuí - Ipiaú - ortognaisse (SEI, 2003b). Os solos encontrados são os Luvissolos Crômico pálico, Chernossolos Argilúvico órtico e os Argissolos Vermelho eutrófico (BRASIL, 1999). O rio Colônia, principal afluente que banha o município apresenta trechos retilíneos, vales com fundos colmatados e há formação de rápidos nos terraços (IBGE, 2023b).

Procedimento Metodológico

Os mapas foram elaborados utilizando o programa ArcMap 10.5 e seus módulos (*Analysis Tools, Spatial Analyst Tools, Spatial Statistics Tools*), utilizando a projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator e datum SIRGAS2000.

Os dados do uso e cobertura do solo, com resolução espacial de 30 m do período de 1985 a 2020, foram obtidos do Mapbiomas (2023a). Este estudo classificou imagens do satélite Sentinel-2 com resolução espacial de 30 metros resultando nos seguintes dados de cobertura e uso da terra para o município de Itororó: formação florestal (Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Decidual), formação savânica (Savanas-Estépicas florestadas e arborizadas), pastagem, mosaico de usos (agricultura e pastagem), área urbana, área aberta e corpos d'água (rios e lagos).

Para discussão dos dados, foram utilizadas as vazões da estação fluviométrica 53125000 obtida pelo Hidroweb (ANA, 2023), no período de 1969 a 2005, quando a estação ainda estava ativa. Os dados sobre a área de águas superficiais: corpos hídricos naturais (rios e lagos) e corpos hídricos artificiais (barragens), foram retirados do Mapeamento da Superfície de Água do Brasil realizado pelo Projeto Mapbiomas (2023b).

A bacia de contribuição da estação fluvial 53125000, afluentes, altimetria e declividade foram gerados por meio do Modelo Digital de Elevação resultante de processos realizados na imagem ALOS PALSAR-FBS. A imagem do sensor ALOS PALSAR-FBS possui resolução espacial de 12,5 m sendo adquirida no sistema Alaska Satellite Facility operado e distribuído pelo Earth Data/National Aeronautics and Space Administration - NASA (ESA, 2020).

Para analisar a capacidade de produção de água das paisagens e o comprometimento dos seus ambientes, foi gerada a capacidade natural de produção

de água (CNPA) e a capacidade ambiental de produção de água (CAPA). A concepção de paisagem adotada neste estudo é a de Mateo (2000) “um sistema espacial ou territorial, composto por elementos naturais e antropo-tecnogênicos condicionados socialmente, os quais modificam ou transformam as propriedades das paisagens naturais originais”. A CNPA é definida por Campos (2014) como a capacidade que a paisagem possui de produzir e armazenar água, ela é medida por meio da interação da água com os componentes formadores da paisagem (precipitação, evapotranspiração, geomorfologia (declividade e topografia), geologia, vegetação e solo). E a CAPA de uma paisagem é definida como a capacidade que um ambiente possui de produzir água após intervenção antrópica (Campos, 2014).

A CNPA foi elaborada de acordo com Campos (2014). Foram atribuídos pesos gerais hierarquizando as contribuições das variáveis ambientais avaliando a interferência destas na produção de água da paisagem e posteriormente atribuídos pesos específicos ou graus de capacidade de produção de água podendo ser atribuído 1 (capacidade muito baixa), 2 (capacidade baixa), 3 (capacidade média), 4 (capacidade alta) ou 5 (capacidade muito alta).

As variáveis ambientais consideradas para o município de Itororó foram: pluviosidade (SEI, 2003b), evapotranspiração (INMET 2023a), geologia (BRASIL, 1999), geomorfologia (BRASIL, 1999), solo (BRASIL, 1999), a altimetria, declividade e vegetação nativa (BRASIL, 1999); posteriormente foi aplicada a álgebra de mapas para elaboração do mapa-síntese. O mapeamento da CAPA de 2020 deste município foi realizado segundo os procedimentos acima descritos para obtenção da CNPA, contudo o mapa de vegetação nativa (bioma) foi substituído pelo mapa de uso e cobertura do solo de 2020 (Projeto Mapbiomas, 2023a).

Resultados e Discussão

A análise do uso e cobertura do solo no período de 1985 a 2020 (Projeto Mapbiomas, 2023a) (Tabela 1 e Figura 2) mostra a pastagem ocupando a maior parte do território de Itororó (> 55%) em paisagens com altitudes entre 200 m e 300 m; entre 2012 e 2016, 21% da pastagem apresentou degradação moderada e cerca de 1 km² de degradação severa; contudo em 2017, esse

processo foi revertido (Projeto Mapbiomas, 2023c). Dados dos censos agropecuários (IBGE, 2006; IBGE, 2019) comprovam o crescimento da pastagem em 5% e aumento das cabeças de gado bovino em 54%, sendo que os gados bubalino e caprino também tiveram um pequeno aumento (Tabela 2).

O cacau ainda é a cultura com maior produtividade no município (Tabela 3). O mapeamento do SAF

Tabela 1 – Cobertura e uso da terra do município de Itororó para o período de 1985 a 2020

| Uso da terra | 1985 (Km ²) | 1995 (Km ²) | 2005 (Km ²) | 2010 (Km ²) | 2015 (Km ²) | 2020 (Km ²) |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Formação florestal | 85,71 | 89,72 | 96,23 | 93,44 | 95,24 | 95,91 |
| Formação savântica | 11,21 | 5,03 | 9,40 | 9,26 | 14,00 | 13,52 |
| Pastagem | 180,25 | 173,79 | 177,07 | 181,07 | 181,60 | 179,58 |
| Mosaico de usos | 35,19 | 43,69 | 29,45 | 28,27 | 20,99 | 22,73 |
| Área urbana | 0,65 | 0,79 | 1,24 | 1,32 | 1,64 | 1,71 |
| Área aberta | 0,07 | 0,02 | 0,01 | 0,06 | 0,03 | 0,05 |
| Corpo d'água | 0,15 | 0,20 | 0,21 | 0,17 | 0,11 | 0,09 |

Fonte: Projeto Mapbiomas (2023a).

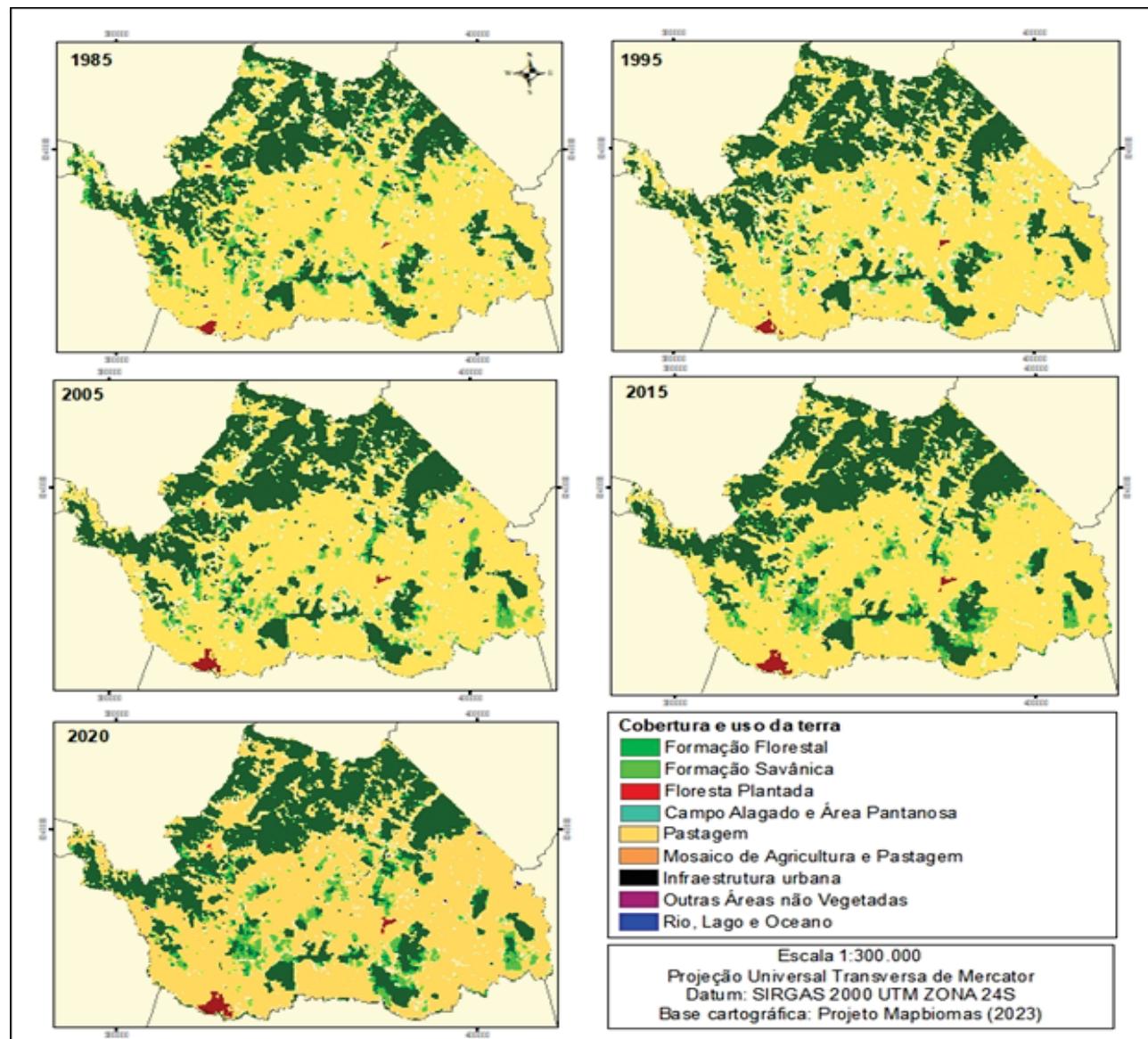


Figura 2 - Dinâmica da cobertura e uso da terra no município de Itororó no período de 2017 a 2020. Fonte: Projeto Mapbiomas (2023a).

Tabela 2 - Uso e cobertura da terra, município de Itororó, período de 2006 e 2017

| Uso e cobertura da terra | 2006 (ha) | 2017 (ha) |
|--|-----------|-----------|
| Lavouras permanentes | 4.401 | 2.537 |
| Pastagens naturais | 1.458 | 8.395 |
| Pastagens plantadas em boas condições | 1.601 | 9.222 |
| Pastagens plantadas em más condições | 3.439 | 2.360 |
| Matas e florestas Naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal | 2.442 | 3.570 |
| Sistemas Agroflorestais Áreas cultivadas com espécies florestais, também usada para lavouras e pastoreio por animais | 11 | 436 |

Fonte: IBGE (2006; 2019).

Cabruba no Sul da Bahia realizado para o ano de 2019 pelo Mapbiomas Cacau (2023) identificou em 51,2 km² a área de cabruba em Itororó. Comparando estes dados com uso e cobertura da terra do ano de 2020, foi determinado que cerca de 5 km² do plantio Cabruba foi convertido para pastagem ou outros cultivos. No período analisado, a área do mosaico de usos (agricultura e pasto) foi reduzida de 35%. Essa redução ocorreu, segundo a SEI (2017), devido às chuvas fora de época e ao calor intenso, em função das características edafoclimáticas e do desmatamento agravados pelo El Niño (fenômeno que ocorreu em 1998, 2005, 2010 e 2016), resultando na baixa produtividade dos cultivos de cacau (reduziu 65%), laranja (diminuiu 95%) e banana (decreceu 37%) e por eliminar a capacidade produtiva de café e coco-da-baía do município.

A vegetação remanescente de Mata Atlântica composta por fragmentos de Floresta Ombrófila Densa

Tabela 3 - Produção agrícola e população do gado bovino no município de Itororó no período de 2005, 2010, 2015 a 2021

| | 2005 | 2010 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cacau (t) | 1.972 | 1.406 | 1.319 | 951 | 250 | 640 | 480 | 268 | 561 | 328 |
| Café (t) | 28 | 24 | 24 | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Laranja (t) | 360 | 324 | 392 | 392 | 10 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Banana (t) | 364 | 384 | 336 | 336 | 145 | 193 | 235 | 200 | 190 | 210 |
| Coco-da-baía (t) | 22 | 36 | 27 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bovino (cabeça) | 45.671 | 22.810 | 26.009 | 23.532 | 24.194 | 26.655 | 30.565 | 31.011 | 36.402 | 40.415 |

Fonte: IBGE (2023c; 2023d).

e Floresta Estacional Decidual tem papel fundamental no regime de chuvas, em Itororó, no período estudado, teve um aumento de 10,2 km². Essa alteração por interferir na dinâmica dos ecossistemas, pode impactar positivamente na biodiversidade e serviços ecossistêmicos. No entanto, parte das formações florestais (11,2 km² em 1985) de Itororó, foram

convertidas para outros usos (6,8 km² em pasto e 4,4 km² em mosaico de usos) em 2020, evidenciando o desmatamento de remanescentes florestais (Figura 3). Ainda, áreas que aparecem como formações florestais em 2020, eram pasto (6,5 km²) e mosaico de usos (12,8 km²) em 1985, logo, apresentam diferentes estágios de regeneração das matas preservadas.



Figura 3 – (A) Fragmentos de Mata Atlântica em 2014. (B) Conversão dos fragmentos de mata em outros usos em 2022. Fonte: Google Earth (2023).

Na Figura 4 observou-se que a superfície com a presença de água foi reduzida em cerca de 55% de corpos hídricos artificiais e 20% de corpos hídricos naturais, mostrando uma tendência contínua e acentuada à diminuição para os próximos anos (Figura 5). A série histórica de Itororó mostra que, entre 1986 e 1990, os corpos hídricos superficiais variaram. Os corpos d'água naturais também foram afetados: de 6 ha em 1986, foram reduzidos para 2 ha em 1990, com uma estiagem que somente terminou em 1994. Em 1997 o município apresentou maior superfície de água (27,3 ha), no período analisado, contudo, com os impactos das mudanças ocorridas nas paisagens e alterações climáticas ocorreu decréscimo chegando em 2020 com apenas 8,2 ha superfície de água.

Analizando as vazões diárias de 1969 a 2005 da bacia de contribuição da estação fluviométrica 53125000, a curva de permanência demonstra que, em 80% do período analisado, as vazões com maior frequência, estão abaixo de 0,48 m³/s. Apenas 10% da oferta hídrica, durante este período, exibe vazão anual acima de 342,1 m³/s. O tempo de retorno das vazões indica ainda que, no período de um ano, a probabilidade é que ocorram vazões abaixo de 187 m³/s. Por sua vez, os eventos extremos de periodicidade maior podem chegar a uma vazão de até 640 m³/s (Figura 6). Vazões inferiores a 159 m³/s podem ocorrer em intervalos de até dois anos, enquanto vazões acima de 400 m³/s levam décadas para ocorrer novamente.

Em Itororó, o Rio Colônia foi classificado por (Moreira, 2012) como trecho com alta vulnerabilidade a inundações. Apesar de ser intermitente em função do clima mais seco e possuir regime bastante irregular, quando seu relevo movimentado recebe chuvas volumosas causa inundações. Em dezembro de 2021, em poucas horas choveu 63,8 mm no município (CEMADEN, 2021) provocando o transbordamento do rio Colônia, desabrigando 200 pessoas e afetando mais de 2.000 habitantes.

As chuvas torrenciais ocorridas na região em dezembro de 2021 foram ocasionadas pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e potencializadas pelo aumento da temperatura da superfície do mar no Oceano Atlântico em cerca de 0,5°C acima da média sazonal em toda a costa da Região Nordeste (INMET, 2021). Estudos discutem a relação do aumento das temperaturas da superfície dos oceanos com a conversão do uso da terra e aumento na deposição dos gases do efeito estufa resultando nas mudanças climáticas (Wang et al., 2021; Debie et al., 2022). A ocorrência destes eventos extremos tem acontecido com maior intensidade e frequência em todo país, e este fato levou o Serviço Geológico do Brasil a mapear áreas de diversos municípios que apresentam riscos geológicos (Moreira, 2012).

Em Itororó, foram identificadas quatro áreas: o loteamento Parque da Gameleira e o bairro Rio Colônia que possuem moradias localizadas em área de planície

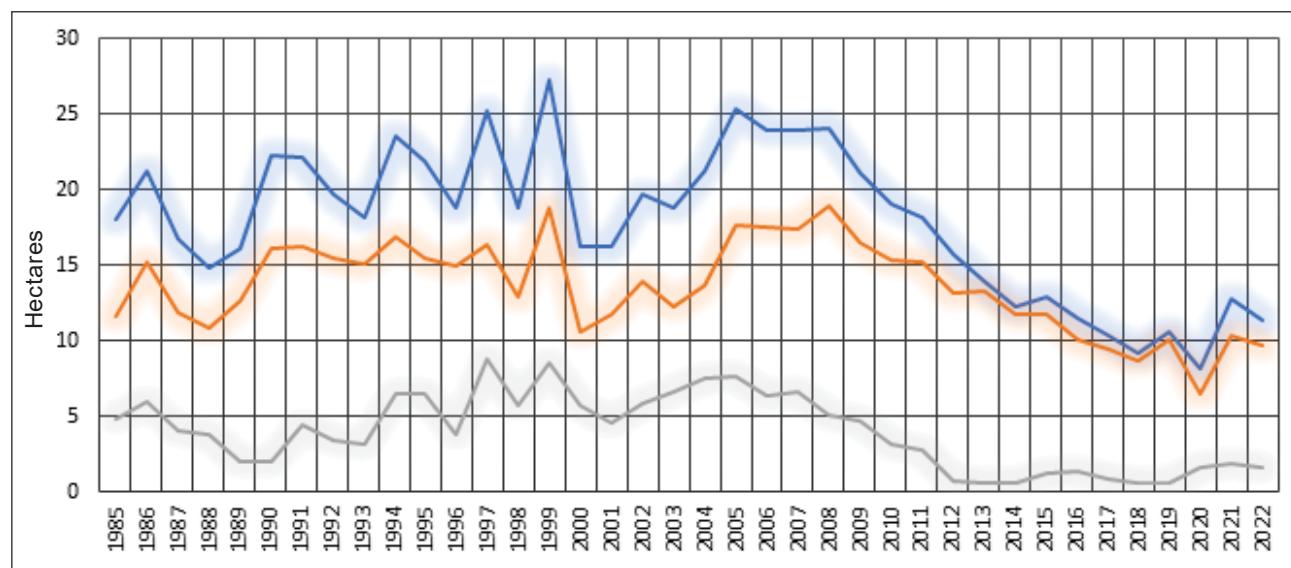


Figura 4 - Série histórica dos corpos hídricos naturais (linha cinza), dos corpos hídricos artificiais (linha laranja) e superfície de água (linha azul) de Itororó-Ba. Fonte: Projeto Mapbiomas (2023b).

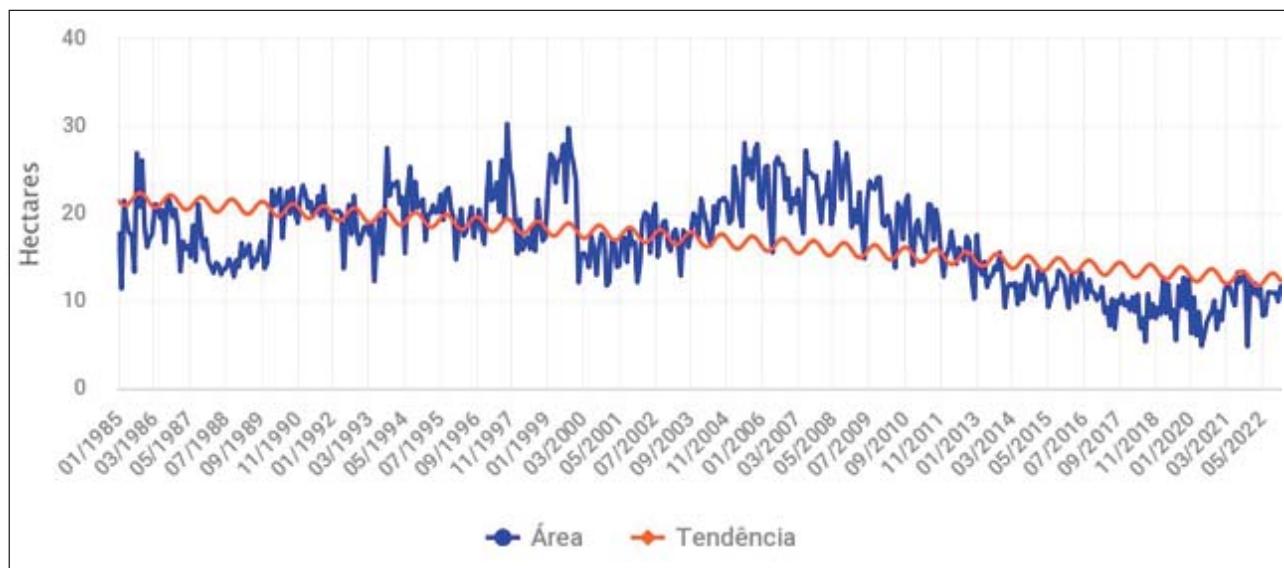


Figura 5 - Série temporal mensal e tendência da superfície dos corpos hídricos em Itororó-Ba. Fonte: Projeto Mapbiomas (2023b).

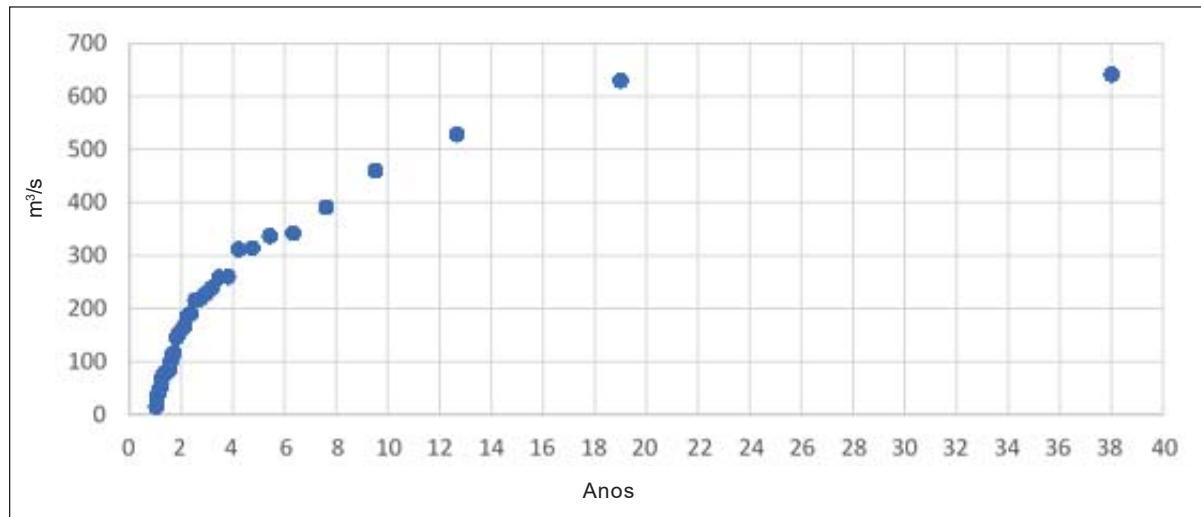


Figura 6 - Tempo de retorno das vazões no período de 1969 a 2005, Itororó (Ba). Fonte: ANA (2023).

de inundação do rio Colônia; o loteamento Sinval Palmeira com moradias construídas em encosta densamente ocupada com declividade moderada a alta, sustentada por solo residuais potencializando a erosão e a ocorrência de deslizamentos; e a parte do distrito do Rio do Meio localizado em área sujeita a inundações que ocorrem quase sempre de maneira abrupta. Segundo relatos de moradores, grandes inundações possuem taxa de recorrência de aproximadamente 10 anos (Moreira, 2012) corroborando os dados do tempo de retorno das vazões de 1969 a 2005.

A conversão de vegetação florestal em outros usos da terra, em Itororó, juntamente com outras forças climáticas (desmatamentos regionais e fenômenos atmosféricos globais com o El Niño), têm impulsionado as mudanças climáticas, sobretudo localmente. Mudanças na cobertura do solo podem alterar as complexas relações que existem entre vegetação, solo, relevo e processos climáticos (Pinheiro et al, 2015). Esses processos propiciaram a redução dos corpos hídricos, com tendência indicando para a contínua diminuição da superfície dos corpos d'água, sugerindo

que, nos próximos anos, o município tem uma grande probabilidade de sofrer com períodos de estiagens impactando a produção de alimentos, abastecimento de água e ambientes naturais.

A estiagem deste ano está intensificada com o comportamento de El Niño. A probabilidade para o Nordeste é de chuva abaixo do normal para o próximo período chuvoso (janeiro a julho de 2024). Assim, os níveis de água no solo deverão se manter baixos e haverá redução gradativa do nível dos reservatórios, em decorrência da evaporação e da retirada para atender à demanda dos usos múltiplos da água (INMET et al., 2023). O impacto dessa estiagem poderá ocorrer em escala regional afetando os municípios que estão à jusante da bacia hidrográfica do rio Colônia e consequentemente, a bacia hidrográfica do rio Cachoeira (Figura 7).

Este fator é preocupante se for observado que o consumo médio de água per capita em 2019 de Itororó é de 470,06 l/hab.dia superando o valor médio para a microrregião Sudoeste da Bahia (145,47 l/hab.dia), da

Bahia (115,4 l/hab.dia), a média nacional (153,9 l/hab.dia) e o valor indicado pela Organização das Nações Unidas (110 l/hab.dia) (Brasil, 2020). Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Brasil, 2023) apontam vazão per capita elevada também nos anos anteriores: em 2017, vazão per capita de 469,7 l/hab.dia e, em 2018, vazão per capita de 541,9 l/hab.dia, com uma leve queda em 2020, vazão per capita de 466,8 l/hab.dia, mas mantendo-se em níveis elevados.

Capacidade de produção de água das paisagens

A Capacidade Natural de Produção de Água de uma bacia hidrográfica é definida por Campos (2016) como a aptidão que a paisagem possui de produzir água e é medida através da interação da água com os componentes formadores da paisagem. Logo, sofre influência dos diferentes tipos de clima (precipitação e evapotranspiração), geomorfologia (declividade, topografia), geologia, vegetação (bioma ou uso e

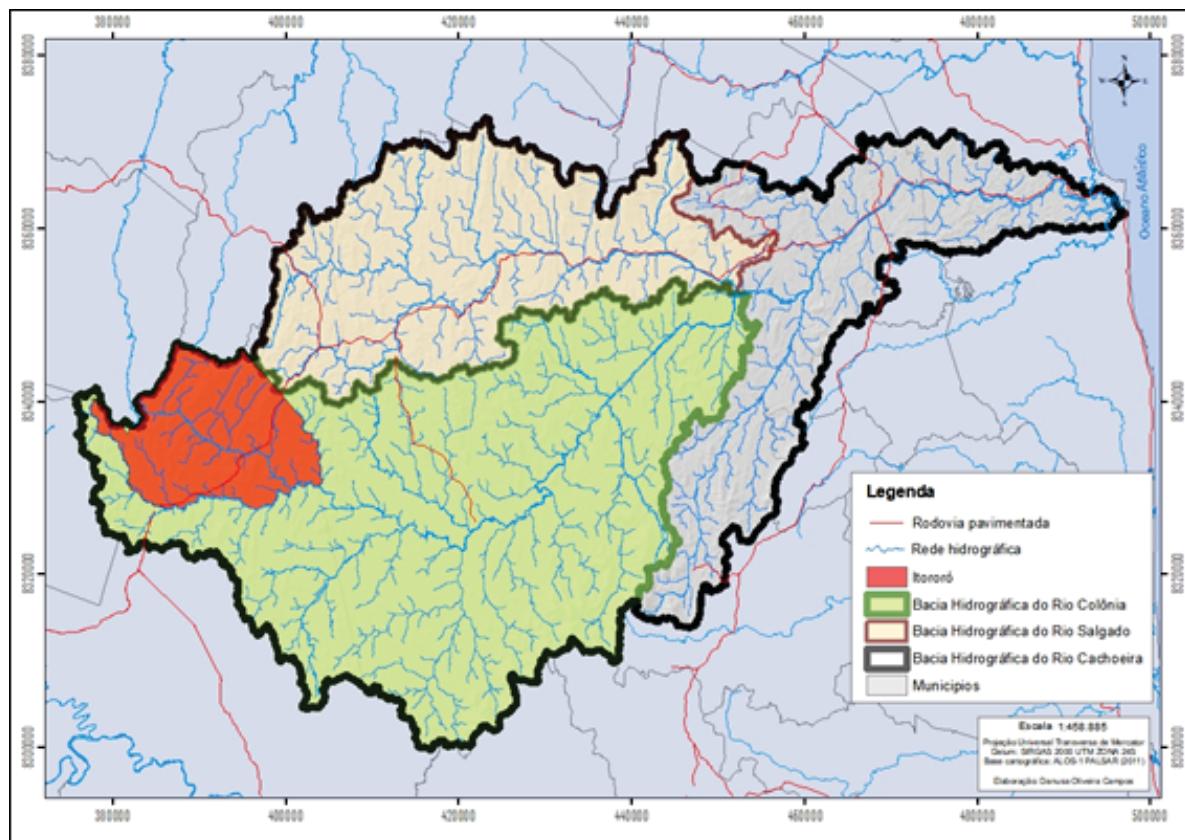


Figura 7 - Localização de Itororó (Ba) na bacia hidrográfica do Rio Colônia e na bacia hidrográfica do Rio Cachoeira.

cobertura da terra atual) e solo (Figura 8). Os pesos foram atribuídos conforme análises realizadas pelo Projeto RadamBrasil (Brasil, 1999) e por Campos (2014) que avaliaram a interação dos elementos formadores da paisagem com a água, considerando

as características da bacia hidrográfica na qual o município está inserido (Tabela 6).

A pluviosidade é o principal aporte de água para bacias hidrográficas portanto é decisiva para formação de deflúvios (Brasil, 1999), assim os pesos específicos

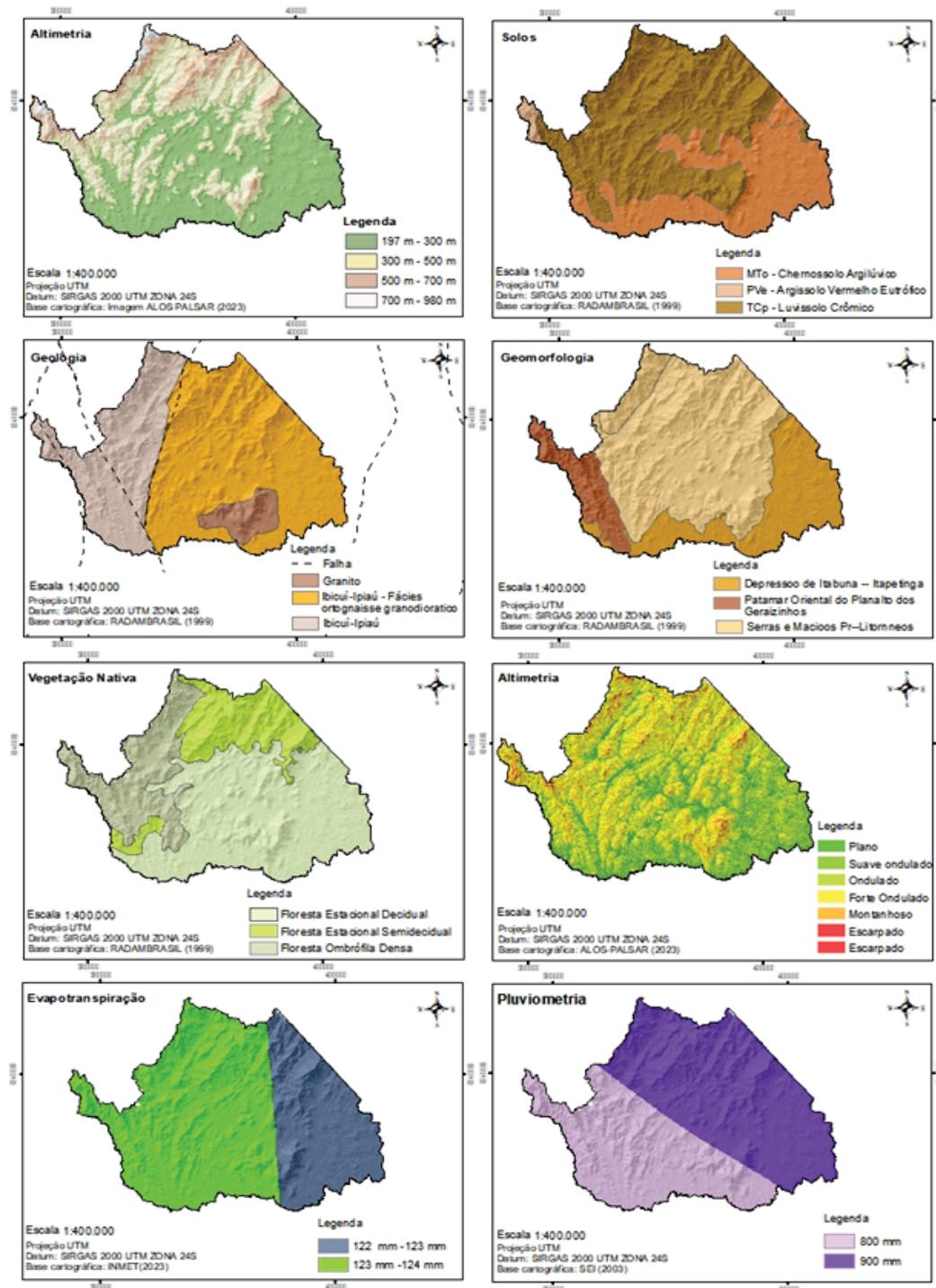


Figura 8- Mapas dos componentes formadores da paisagem de Itororó-Ba.

Tabela 6 - Peso geral atribuído para cada variável ambiental na análise da CPA

| Componente natural | Peso geral |
|--------------------|------------|
| Pluviosidade | 0,16 |
| Evapotranspiração | 0,14 |
| Geologia | 0,11 |
| Geomorfologia | 0,11 |
| Solos | 0,16 |
| Declividade | 0,16 |
| Vegetação | 0,16 |

Fonte: Campos (2014).

atribuídos para a pluviosidade consideraram o volume e espacialização das chuvas. Em Itororó, a precipitação possui 900 mm anuais com um gradiente de decrescimento de Leste para Oeste. Deste modo, a região onde ocorre pluviosidade entre 800 mm e 900 mm foi classificada como muito baixa capacidade de produção de água, e a região onde ocorre precipitação entre 900 mm e 1.000 mm foi classificada como baixa capacidade de produção de água. Esta classificação considerou a localização de Itororó que está à montante da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira; a jusante, no município de Ilhéus, a precipitação chega até 2.100 mm. O clima mais seco (transição entre os climas úmido e semiárido) com precipitações esparsas e concentradas em alguns meses (períodos secos podem durar até quatro meses por ano) produz um excedente hídrico fraco a médio, formando rios intermitentes (Brasil, 1999).

A evapotranspiração supera em algumas regiões brasileiras a precipitação, escoamento superficial, recarga e variação da umidade do solo (Best et al., 2003), interferindo diretamente na produção de água. Em paisagens onde os níveis de água são superficiais ou pouco profundos, a evapotranspiração é um dos principais processos de descarga natural do sistema devido ao período de estiagem e altas temperaturas, que atua removendo parte do volume precipitado, da água do solo por capilaridade e da vegetação (Brasil, 1999). Em Itororó, a evapotranspiração mensal está entre 122 mm e 124 mm, sentido Leste-Oeste (INMET, 2023a). As áreas com capacidade evapotranspirativa entre 122 mm e 123 mm foram classificadas como baixa capacidade de produção de água, e as áreas com 123 mm 124 mm como muito baixa capacidade de produção de água.

O município de Itororó está assentado em substrato rochoso metamórfico formado pelos gnáisses do Complexo Ibicuí Ipiaú e por gnaisses graníticos do Corpo de Granitos de Itajibá e Teolândia separados por zonas de cisalhamento. Entre elas a falha de Poções e Itororó (falha direcional sinistral que resultou na presença de filonitos e drag folds em seu entorno) exibe trechos de rios e riachos retilíneos encaixados nestas estruturas. A resistência litológica destas rochas apresenta baixa possibilidade de armazenar e produzir água, os aquíferos estão fortemente ligados aos fraturamentos produzindo águas subterrâneas mineralizadas em decorrência da lenta circulação das águas condicionada pela ruptura tectônica (Brasil, 1999). Deste modo, as rochas foram classificadas como média capacidade de produção de água considerando a análise hidrogeológica do Brasil (1999).

A porosidade, permeabilidade, estrutura, textura e profundidade interferem diretamente na drenagem dos solos, e este no escoamento superficial, evapotranspiração e circulação subterrânea. Quanto mais impermeável o solo, maior o escoamento superficial e o tempo de exposição da água à evapotranspiração (Brasil, 1999). O Luvisolo Crômico pálico (classificado como média capacidade de produção de água) ocorre na maior parte do município (64,8%) em regiões de elevada restrição hídrica. Forma solos rasos, mas possui maior espessura favorecendo o enraizamento das plantas, apresentam frequentemente mudança textural abrupta devido à quantidade de pedras no horizonte superficial, é suscetível à compactação e erosão. Há limitação quanto à água disponível no solo (Santos et al., 2018).

Os Chernossolos Argilúvico órtico, presentes na porção sul de Itororó, são pouco profundos com o horizonte superficial A chernozêmico sobre o horizonte B textural avermelhado, argila de atividade e saturação por bases alta, sendo, portanto, um solo fértil. Ele é bem drenado quando há baixa precipitação, contudo, em períodos de maior pluviosidade, pode ocorrer alagamentos. Possui risco de erosão quando se localiza em relevo ondulado, tem consistência muito dura em período seco, sendo o solo sujeito à compactação, mas não apresentam restrição ao uso e manejo (Santos et al., 2018). Essas características o levaram a ser classificado como baixa capacidade de produção de água. Os Argissolos Vermelho eutrófico possuem alta

fertilidade, são bem drenados, apresentam textura muito variável com predomínio de textura média na superfície e argilosa em subsuperfície (Santos et al., 2018). Estes solos foram classificados como média capacidade de produção de água.

Itororó possui 15% do seu relevo muito movimentado, produto da intensa dissecação que esculpe o Planalto Sul-Baiano marcado por serra com altitudes de 300 m e atingindo cotas superiores a 950 m, caracterizadas por montanhas, elevações alinhadas maciças e encostas íngremes (classificadas como muito baixa capacidade de produção de água). O Planalto Pré-litorâneo recobre 95% do município com relevos de topos planos residuais e encostas predominantemente convexas e convexa-côncavas, serras e maciços montanhosos, refletindo os alinhamentos estruturais das rochas intensamente metamorfizadas cortadas por gargantas do tipo apalacheano (IBGE, 2023b), as cotas altimétricas vão de 197 m a 980 m, o relevo composto por Patamares foi classificado como baixa, relevo composto por serras e maciços montanhosos, este relevo foi classificado como média capacidade de produção de água.

A depressão Itabuna-Itapetinga possui dissecação homogênea ou diferencial contendo elevações residuais do aplanamento, com topos convexos e amplitude variado entre 50 m e 100 m, classificada como alta capacidade de produção de água. Possui drenagem com padrão dendrítico, vales profundos em forma de “V” e com fundos chatos, colmatados pelo material coluvial das encostas (Brasil, 1999).

A vegetação é um componente da natureza que contribui de forma ímpar para a produção de água em função de ser reguladora dos fluxos de água, controlando o escoamento superficial e proporcionando a recarga natural dos aquíferos (MOTA, 1995). Quanto maior o porte e a densidade da biomassa vegetal, maior será o grau de retenção de água no solo, reduzindo o escoamento superficial (Brasil, 1999). Neste município, os gradientes altimétricos, de pluviosidade e umidade originam um gradiente de umidade e diversidade de paisagens com vegetação fitoecológica composta pela Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semidecidual.

A Floresta Estacional Semidecidual (subcaducifólia), classificada como média capacidade de produção de água, é uma formação de ambientes

menos úmidos do que a Floresta Ombrófila Densa (classificada como muito alta capacidade de produção de água). Por sua vez, a Floresta Estacional Decidual (classificada como baixa capacidade de produção de água), presente em toda a porção centro sul do município, é uma vegetação de transição entre a Mata Atlântica e o Cerrado ou Caatinga, caracterizada por duas estações climáticas bem demarcadas, uma chuvosa e outra seca.

O mosaico do uso e cobertura da terra é composto pela formação florestal, caracterizada por vegetação densa, estratificada e de grande porte que facilita a infiltração das precipitações pluviométricas e diminuição dos efeitos do escoamento superficial, juntamente com campos alagados receberam classificação de muito alta capacidade de produção de água. A formação savânica, por apresentar maior espaçamento entre as copas foi classificada como média capacidade de produção de água; a pastagem e mosaico de agricultura e pastagem foram classificadas como baixa capacidade de produção de água enquanto, por sua vez, a infraestrutura urbana e as áreas não vegetadas foram classificadas com muito baixa capacidade de produção de água.

Itororó possui áreas com capacidade natural de produção de água (CNPA) variando entre 2,4 e 3,8 e classificadas como média e alta capacidade de produção de água (Figura 9). As áreas de alta CNPA estão distribuídas recobrindo 63,6% do município somando uma extensão de 228,9 km². Destas, uma grande área contínua se destaca no sentido noroeste-sudeste com 215,4 km² ocupando vales fluviais e os distritos de Itati e Rio do Meio, uma mancha menor de 5,6 Km² localizada em relevo plano e suave ondulado da Depressão Itabuna-Itapetinga sob Chernossolo Argilúvico no sudoeste do município e 3,5% (7,9 Km²) dispersos em pequenas áreas inferiores a 1 Km² cada em 2.186 fragmentos.

Esta categoria está principalmente sob a influência do clima de Monção considerado de transição entre Clima Úmido e Clima Tropical com Estação Seca de Inverno, segundo Köppen (Roeder, 1975). Caracteriza-se como úmido com precipitação do mês mais seco inferior a 60 mm e média anual de 1.595 mm, precipitação do mês mais seco inferior a 60 mm e temperatura média do mês frio superior a 18°C. Marcada em grande parte por Luvissolo Crômico e

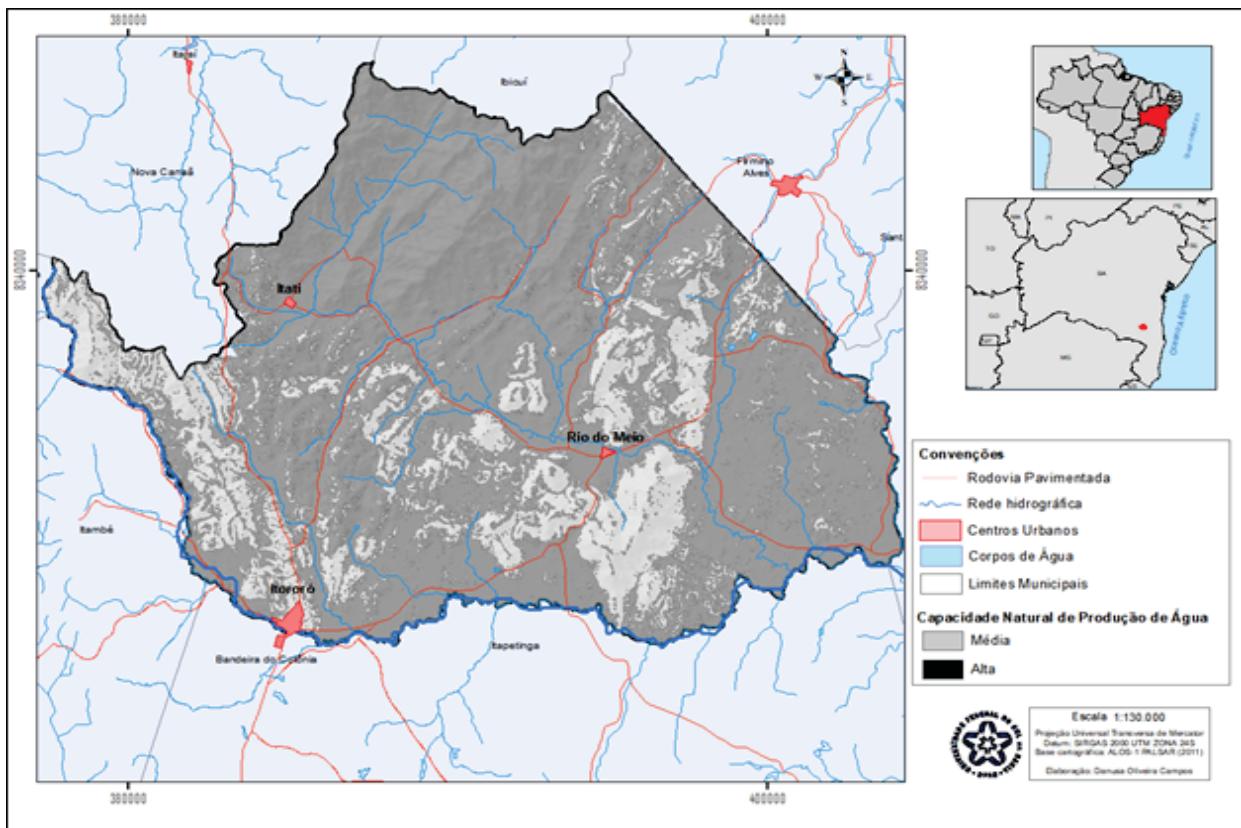


Figura 9 - Mapa da capacidade natural de produção de água das paisagens em Itororó-Ba.

Chernossolo Argilúvico nos relevos planos e suave ondulados das Serras e Maciços Pré-litorâneos sob substrato de rochas metamórficas, as áreas que entram nessa categoria estão distribuídas em altitudes entre 197 m e 500 m e apresentam grande diversidade biológica com a presença das Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila. A Serra da Ouricana, que resguarda a nascente do rio Colônia, está na porção noroeste do município.

Paisagens com média de CNPA possuem 83,3 km² distribuídas de forma dispersa em 2.188 manchas, cerca de 24,4% delas estão espalhadas e possuem menos de 1 Km², contudo três grandes áreas se destacam, a maior delas está no extremo oeste com 21,5 km² sob Clima Tropical com Estação Seca de Inverno, possui precipitação entre 900 mm e 1.000 mm anuais com inverno seco esculpindo relevos do Planalto Sul-Baiano que vão do plano ao escarpado, com altitudes acima de 300 m, atingindo elevações superiores a 800 m, com topos residuais que desenvolveram sobre as rochas metamórficas o Luvissolo Crômico e pequena mancha

de Argissolo Vermelho-amarelo sob a Floresta Ombrófila Densa; no extremo sul deste fragmento está a área urbana de Itororó.

O segundo maior fragmento possui o mesmo clima em substrato rochoso ígneo (granito) marcado por relevos forte ondulados, montanhosos e escarpados das Serras e Maciços Pré-Litorâneos com cotas altimétricas entre 200 m e 700 m. O outro fragmento de 12,4 km² está sob o clima de Monção, situado no nordeste do município. Os relevos das Serras e Maciços Pré-Litorâneos são ondulados, forte ondulados e montanhosos com presença da Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Estacional Decidual está sob Luvissolo Crômico e Chernossolo Argilúvico.

A capacidade ambiental de produção de água (CAPA) de 2020 de Itororó evidencia o impacto ocasionado pela intervenção antrópica apresentando paisagens variando entre 2,1 e 3,8 (Figura 10). As paisagens com aptidão alta de CAPA ocupam 100,8 km² e são distribuídas por todo município; cerca de 80% desta categoria estão sob solos pouco desenvolvidos (Luvissolo crômico) em relevos que vão

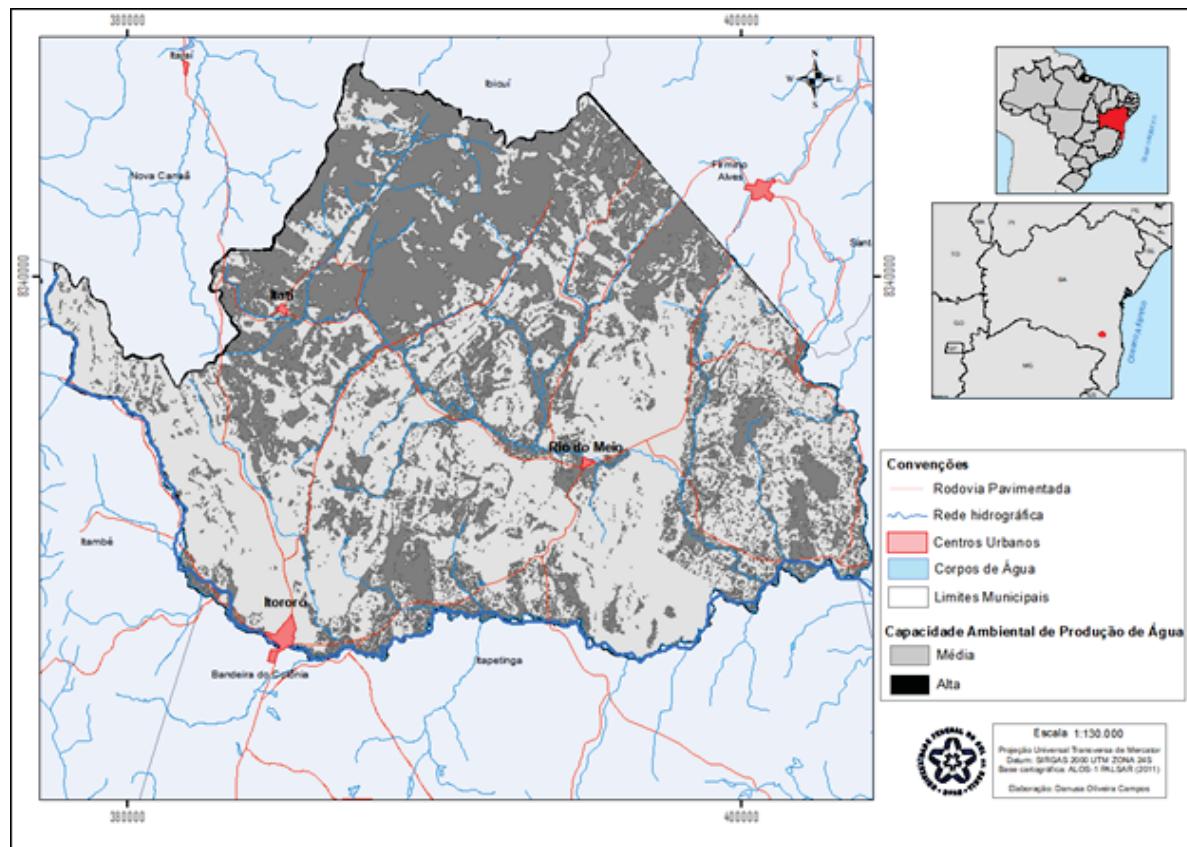


Figura 10 - Mapa da capacidade ambiental de produção de água de 2020 nas paisagens de Itororó-Ba.

de ondulados à escarpados das Serras e Maciços Pré-litorâneos recobertos por formações florestais e formações savânicas. Também abriga áreas de pastagens para criação de gado ($23,3 \text{ km}^2$) e cultivos permanentes como o cacauzeiro e a bananeira. Essa alteração de áreas de florestas para uso agrícola diminui a capacidade de retenção da água no sistema, intensificando a torrencialidade do escoamento superficial e do regime hídrico.

As paisagens com média CAPA abrangem um território de $211,2 \text{ km}^2$ espalhados em 1.398, áreas sendo a maior delas tem $190,2 \text{ km}^2$ perpassa por toda porção centro-sul do município. Possui grande diversidade de paisagens: ao sul, estão os relevos planos da Depressão de Itabuna-Itapetinga; no extremo oeste, situam-se os relevos mais movimentados das Patamares do Planalto dos Geraisinhos; e na parte central, os patamares das Serras e Maciços Pré-Litorâneos sobretudo sob pastagem ou cultivos como laranjeira, bananeira e cacauzeiro. 56% ($128,8 \text{ km}^2$) das paisagens

tiveram sua estrutura e funcionalidade afetadas, possuíam paisagens com alta CNPA, mas perderam potencial de produção de água e foram reclassificadas como média CNPA. Nesta categoria, sugere-se empregar técnicas de reflorestamento em áreas de preservação permanente, cerca de 8 km^2 estão desmatadas. Também, há possibilidade de reflorestar áreas de pastagens, o Instituto Arapyaú et al (2022) identificaram em Itororó 175 km^2 de área de pastagem com viabilidade para SAFs com cacau.

Considerações Finais

A dinâmica do uso da terra, em Itororó, juntamente com outras forças climáticas (regionais e globais) tem alterado a precipitação e evapotranspiração local propiciando a redução dos corpos hídricos artificiais em cerca de 55% dos corpos hídricos artificiais e 20% dos corpos hídricos naturais. Os dados apresentados mostram que a redução em 35% da área

de mosaico de uso e o aumento da área de pastagem (em 5%) são resultados dos longos períodos de estiagem. Entre 2016 e 2022 todas as lavouras cultivadas no município tiveram impacto negativo em sua produção, o cacau, café, laranja, banana e coco-da-baía decresceram em 65 %, 100%, 95%, 37%, 100%, respectivamente.

A dinâmica local mostra forte tendência à contínua diminuição da superfície dos corpos d'água, sugerindo que o município tem grande probabilidade de sofrer com novos períodos de estiagens, nos próximos anos, que será intensificada com a atuação El Niño, impactando as lavouras, criação de animais, abastecimento de água e nos ambientes naturais.

As formações florestais do município de Itororó tiveram aumento de 10,2 km², contudo foi identificado no período analisado, que 11,2 km² de florestas foram convertidas para outros usos, em 2020, e 19,3 km² das formações florestas apresentam estágios de regeneração diferente das matas preservadas, impactando nos serviços ecossistêmicos prestado por elas. Esta degradação das paisagens causada pela intervenção antrópica foi confirmada pela Capacidade de Produção de Água; 31,9 % das paisagens com alta Capacidade Natural de Produção de Água tiveram sua estrutura e funcionalidade afetadas e foram reclassificadas para média Capacidade Ambiental de Produção de Água, de 2020.

Os dados evidenciaram que a água foi um dos principais fatores que desencadearam a crise da lavoura cacaueira, no município de Itororó. É urgente a gestão sustentável dos recursos naturais deste município, para minimizar os impactos causados pela mudança climática local. Ações sustentáveis como: preservação das áreas de floresta nativa, reflorestamento dos 9,8 km² de Áreas de Preservação Permanente de matas ciliares que se encontram desmatados, e restauração produtiva de parte dos 175 km² de pastagem com viabilidade para SAFs com cacau (Instituto Arapyaú et al, 2022), são ações essenciais para melhorar a qualidade ambiental e aumentar a produção de água no município.

Ressalta-se que está em curso está análise da produção de água de toda a Região Cacaueira e em breve será publicada para apreciação de toda comunidade científica

Agradecimentos

Agradecemos imensamente às seguintes instituições e órgãos de fomento: UFSB, CEPLAC, UESC por criar as condições do desenvolvimento desta pesquisa; a Lindolfo Pereira dos Santos Filho por suas sugestões e criteriosa revisão do manuscrito. JHCD é bolsista de produtividade em pesquisa pelo CNPq.

Literatura Citada

- AGUIAR, P. C. B.; PIRES, M. de M. 2019. Região Cacaueira do Sul do Estado da Bahia (Brasil): crise e transformação. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografia 28 (1):192-208.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. 2023. Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- BERIHUN, M. L. et al. 2019. Hydrological responses to land use/land cover change and climate variability in contrasting agro-ecological environments of the Upper Blue Nile basin, Ethiopia. Science Total Environmental 1(689): 347-365.
- BEST, A.; ZHANG, L.; MCMAHOM, T.; WESTERN, A.; VERTESSY, R. 2003. A Critical Review of Paired Catchment Studies with Reference to Seasonal Flow and Climatic Variability. CSIRO Land and Water Technical. MDBC Publication. 56p.
- BRASIL - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO. 2019. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019. Brasília, DF, SNS/MDR. 183p.
- BRASIL - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO. 2023. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. - Série Histórica. Disponível em : <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso: 23 jun. 2023
- BRASIL - MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. 1999. Projeto RADAMBRASIL

- Folha SD.24 Salvador: Potencial dos recursos hídricos/IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. (Levantamento de recursos naturais; v.24, supl.) Rio de Janeiro, RJ, IBGE. 236p.
- CAMPOS, D. O. 2014. Zoneamento geohidroecológico: uma proposta de análise integrada da paisagem em bacias hidrográficas. Tese Doutorado. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA. 181p.
- CAMPOS, D. O. et al. 2016. Zoneamento geohidroecológico da bacia do rio Almada: análise da capacidade de produção de água. In: MORAES, M.E.B.; LORANDI, R. (orgs). Métodos e Técnicas de Pesquisa em Bacias Hidrográficas. Ilhéus, BA, Editus. pp.81-101.
- CARVALHO, J. I. C.; SOARES NETO, H. F.; PINHEIRO, L. I. F. 2020. Da vassoura de bruxa à fazenda de chocolate: a reconversão produtiva no Sul da Bahia. Desenvolvimento Em Questão 18(53): 245-265. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2020.53.245-265>.
- CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS - CEMADEN. 2021. Boletim de Risco Geo-Hidrológicos. Disponível em : <<https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/riscos-geo-hidrologicos>>. Acesso: 12 ago. 2023
- CHIAPETTI, J.; ROCHA, R.; CONCEIÇÃO, A. 2020. Panorama da cacaicultura no território Litoral Sul da Bahia (2015-2019). Instituto Floresta Viva, Ilhéus, BA.
- DEBIE, F. ANTENEH, M.; ASMARE, T. 2022. Land use/cover changes and surface temperature dynamics over Abaminus watershed, Northwest Ethiopia. Air, Soil and Water Research 15:1-16.
- DEFRIES, R. S.; FOLEY, J. A.; ASNER, G. P. 2004. Land-use choices: Balancing human needs and ecosystem function. Frontiers in Ecology and the Environment 2:249-257.
- EMBRAPA. 2018. Água e saneamento: contribuições da EMBRAPA. Brasília, DF, EMBRAPA. 108p.
- EUROPEAN SPACE AGENCY - ESA. 2015. Sentinel-2 User Handbook. 64p.
- INSTITUTO ARAPYAU. 2022. Pastagens com viabilidade para sistemas agroflorestais com cacau no Sul da Bahia: desenvolvimento territorial do Sul da Bahia. 42p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. 2006. Censo agropecuário de 2006. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itororo/pesquisa/24/76693?ano=2006>>. Acesso: 15 jun. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. 2019. Censo agropecuário de 2017 - Resultados definitivos. Disponível em : <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itororo/pesquisa/24/76693>>. Acesso: 15 jun. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. 2022. Censo Demográfico 2022. Disponível em : <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itororo/panorama>>. Acesso: 15 jun. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. 2023a. Histórico. Disponível em : <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itororo/historico>>. Acesso: 15 jun. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. 2023b. Banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA): Mapeamento de Recursos Naturais (MRN): escala 1:250 000. Rio de Janeiro, RJ, IBGE.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. 2023c. Produção Agrícola Municipal 2022. Disponível em : <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itororo/pesquisa/15/11863>>. Acesso: 15 jun. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. 2023d. Produção da Pecuária Municipal 2022. Disponível em : <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itororo/pesquisa/18/16459>>. Acesso: 15 jun. 2023.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA -INMET. 2021. Análise das chuvas na Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo em dezembro de 2021. INMET. 4p.

- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET. 2023a. Normais Climatológicas do Brasil. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso: 05 jul. 2023
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET. 2023b. Painel El Niño 2023-2024. Boletim Mensal no 03. INMET, Brasilia, DF. 34p.
- MAPBIOMAS CACAU. 2023. Mapeamento do Cultivo Sombreado de Cacau no Sul da Bahia,Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/v101.tif.zip>>. Acesso: 25 jul. 2023.
- MATEO, J. R. 2000. Geoecología de los Paisajes. Mérida, Venezuela, Editora de la U.L.A. 137p.
- MOREIRA, G. 2012. Ação para reconhecimento de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa: Itororó, Bahia. Salvador. 4p.
- MOTA, S. 1995. Preservação e Conservação de Recursos Hídricos. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ, ABES. 200p.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA-UNESCO. 2018a. Relatório Anual da UNESCO no Brasil de 2018. UNESCO. 43p.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA-UNESCO. 2018b. World Water Assessment Programme. Relatório-síntese 2018 sobre Água e Saneamento. UNESCO no Brasil. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6. Unesco. Paris. 43p.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA-UNESCO. 2020. World Water Assessment Programme. Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2020: água e mudança climática, Resumo Executivo. França. UNESCO. 11p.
- PINHEIRO A.; KAUFMANN, V.; TORRES, E.; ANESI, H. D. 2015. Impacto das mudanças climáticas e do uso agrícola do solo no processo hidrológico no bioma Mata Atlântica. Rega (Porto Alegre) 12 (2):81-91.
- PIROVANI, D. B. DA SILVA, L. G. CECÍLIO, R. A.; JÚNIOR V. C. de J; DA SILVA, A. G. 2013. Impacto do aquecimento global nas áreas de risco de patologias em consórcio seringueira x cacau. Agrotrópica (Brasil) 25(2): 81-92.
- PROJETO MAPBIOMAS. 2023a. Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil.
- PROJETO MAPBIOMAS. 2023b. Mapeamento da Superfície de Água do Brasil Coleção 2. <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/agua>.
- ROEDER, M. 1975. Reconhecimento Climatológico. Diagnóstico Sócio-Econômico da Região Cacaueira Rio de Janeiro: Cartografia Cruzeiro do Sul.
- RODRIGUES, I. S., MACIEL, C. M. R. R.; MACIEL JÚNIOR, A.; DINIZ, A. A.; MACIEL, F. S. S. 2016. Degradações ambientais no Rio Colônia no trecho urbano do município de Itororó, Bahia. Encyclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia volume 13, n. 24. 15p.
- SANTOS, R. M. S. B.; OLIVEIRA, N. G. 2008. Inatividade de Sistema de Esgotamento Sanitário: Um Estudo de Caso no Município de Itororó-Bahia. Revista Saúde 4(1): 85-94.
- SANTOS, H. G. et al. 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 5. Brasília, DF, Embrapa. 356p.
- SANTOS FILHO, L. P. et al. 2020. Identificação de áreas homogêneas da região cacaueira da Bahia, Brasil. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico. nº 219. 32p.
- SANTOS FILHO, L. P. DOS; MIDLEJ, R. R.; SOUSA, I. C.; ZUGAIB, A. C. C. 2022. O negócio produção de amêndoas de cacau, no Estado da Bahia. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, nº 224. 35p.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA - SEI. 2017. Impactos da seca no estado da Bahia no biênio: 2016 - 2017. Salvador, BA, SEI. 11p.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA - SEI. 2003a. Dinâmica sociodemográfica da Bahia: 1980-2002. Salvador, BA, SEI. 305p.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA - SEI.
2003b. Base Cartográfica Digital. V. 10. ISBN:
85-240-3169-7. CD-ROOM.

UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA - UICN.
2021. *Naturaleza 2030 - una naturaleza, un*

futuro: un programa para la Unión 2021-2024.

UICN. 25p.

WANG, X.; ZHANG, B.; XU, X.; TIAN, J. HE, C.
2020. Regional water-energy cycle response to
land use/cover change in the agro-pastoral
ecotone, Northwest China, *Journal of Hydrology*
580: 124246.



ANATOMIA MACROSCÓPICA E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE ESPÉCIES FLORESTAIS UTILIZADAS POR MORADORES DO TRECHO UNA - OLIVENÇA, BAHIA

João Vitor Moraes da Silva, Calline Chaves de Jesus, Mara Lúcia Agostini Valle*

Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB)/ Centro de Formação em Ciências Agroflorestais/ Laboratório Central de Tecnologia de Produtos Florestais - Rod. Ilhéus/Itabuna, Km 22, Ilhéus, Bahia, Brasil, 45604-811, CEPLAC-CEPEC.
joaomoraisart@gmail.com; callinejesus@hotmail.com; maraagostini@ufsb.edu.br

*Autor para correspondência: maraagostini@ufsb.edu.br

As comunidades que vivem próximas à floresta ou em locais litorâneos têm como costume utilizar espécies madeireiras presentes em suas áreas para diversos fins, seja para construção de moradias, utensílios domésticos ou embarcações. Este estudo teve como objetivo descrever a anatomia macroscópica e determinar a densidade básica da madeira das espécies florestais utilizadas pela comunidade no trecho Una-Olivença, Bahia. Foram realizadas a determinação da densidade básica e descrição macroscópica da madeira das cinco espécies florestais nativas mais utilizadas na região de estudo: *Manilkara longifolia* (parajú), *Symponia globulifera* (landirana), *Maquilea salzmannii* (oiti), *Calophyllum brasiliense* (olandí) e *Peltogyne angustiflora* (roxinho). O parajú, oiti e roixinho foram classificados como madeira de alta densidade básica e o olandí e landirana como madeira de média densidade básica, podendo todas ser utilizadas para fins nobres.

Palavras-chave: descrição anatômica, espécies florestais, Mata Atlântica, utilização da madeira.

Macroscopic anatomy and basic density of the wood of forest species used by residents of the Una - Olivença stretch, Bahia, Brazil. Communities that live close to the forest or in coastal locations usually take advantage of wood species occurring in their areas for a range of purposes, whether for building houses, household items and boats. This study aimed to describe the macroscopic anatomy and determine the basic density of the forest species used by the community in the Una-Olivença stretch, Bahia. The basic density and macroscopic description of the wood of five native forest species most used in the study region were determined: *Manilkara longifolia* (parajú), *Symponia globulifera* (landirana), *Maquilea salzmannii* (oiti), *Calophyllum brasiliensis* (olandí) and *Peltogyne angustiflora* (roxinho). Parajú, oiti and roixinho were classified as wood with high basic density and olandí and landirana as medium basic density, and are useful for noble purposes.

Key words: anatomical description, forest species, Atlantic Forest, use of wood.

Introdução

Populações que residem em territórios afastados ou próximos à floresta e áreas litorâneas têm por costume a utilização de espécies madeireiras que ocorrem em sua área para diversos fins. Segundo Melo et al. (2018), essas pessoas têm conhecimento popular e saberes da arquitetura vernacular, que vem sendo empregados desde a escolha de seus territórios, projeção de moradias e utilização do material madeira para construções resistentes às ações naturais.

Para as diversas comunidades existentes na Bahia, a pesca artesanal surge como forma de renda, sobrevivência, e autoafirmação da identidade cultural acerca dos territórios ocupados onde essas comunidades estão inseridas (Rios et al., 2016). Além dos apetrechos utilizados para pesca, na Bahia, as comunidades tradicionais são responsáveis pela confecção de instrumentos e equipamentos como: canoas, barcos, remo e jangadas, utilizando espécies madeireiras, acarretando a exploração dos recursos vegetais nativos próximos à costa (Neto et al., 2001; Santos et al., 2015).

Para utilização adequada dessas espécies madeireiras, é importante o conhecimento sobre a qualidade da madeira empregada, e um dos fatores determinantes para este conhecimento é a sua densidade básica, uma vez que se relaciona à maioria das utilizações tecnológicas da madeira. Além disso, tem influência significativa na sua resistência mecânica (Oliveira et al., 2021).

A densidade básica é influenciada pela organização e tipos de células presentes na madeira (Mokfienski et al., 2008), são dependentes das mudanças na proporção dos vasos, da espessura das paredes celulares e das fibras (Panshin e De Zeeuw, 1980). Sendo assim, o aumento na densidade pode ser o resultado do aumento da espessura da parede celular das fibras ou de um aumento na proporção das fibras em relação aos vasos ou parênquimas, por exemplo. O contrário também pode ocorrer, um aumento na proporção de vasos ou parênquima, com ou sem decréscimo na espessura da parede celular, leva à redução na densidade. (Oliveira e Castro, 2003).

Além disso, Cury et al. (2011) recomendam a utilização das características anatômicas para identificação de espécies madeireiras, que determinam seu uso adequado, desempenho do material e intrínseca relação na resistência à degradação pelos agentes xilófagos. Ressaltam ainda a necessidade da aplicação correta da identificação anatômica, devido ao número de subespécies existentes em uma única família, que na maioria das vezes, são ignoradas e identificadas apenas sob um único nome específico.

Entender e conhecer a organização e funcionamento celular das madeiras é imprescindível quanto à sua qualificação para atender a sua gama de usos, evitando uso inadequado e desperdício (Benites et al., 2015; Silva et al., 2020). Segundo Frederico et al. (2009), a qualidade de produtos oriundos de madeira está expressamente associada à qualidade da madeira utilizada em sua confecção, e essa qualidade é dependente de suas características intrínsecas, tais como suas propriedades anatômicas, físicas, mecânicas e químicas.

A anatomia da madeira pode ser descrita como o estudo de diversos tipos de células constituintes da madeira, que auxilia tanto na identificação do material até seu comportamento tecnológico (Burguer e Richard, 1991).

A descrição anatômica macroscópica assume a capacidade de diferenciação entre as espécies que pertencem a um mesmo subgrupo, seja através das características, estruturas, camadas de crescimento e parênquima axial (Chipaia, 2015).

Espécies florestais podem apresentar diferentes orientações dos elementos verticais do lenho, podendo ser classificadas entre grã regular e irregular. A grã regular diz respeito à disposição dos elementos axiais do lenho, proporcionando à madeira maior resistência mecânica. Quando a madeira apresenta grã irregular seus elementos axiais possuem variações e inclinações em relação ao eixo longitudinal do fuste (Maia, 2023).

Assim, a descrição anatômica macroscópica da madeira serve de auxílio na identificação de espécies florestais. Madeiras de espécies florestais possuem organização e por vezes peculiaridades específicas, que fazem com que ocorra a distinção entre as

espécies. Essa correta identificação faz com que não haja enganos no momento de compra/venda de madeiras ou exploração ilegal de madeiras ameaçadas de extinção, por exemplo.

Diante do exposto, este estudo objetivou determinar a densidade básica e descrever a anatomia macroscópica das espécies florestais mais utilizadas pelos moradores do trecho Una – Olivença, Bahia, contribuindo para o conhecimento das espécies nativas ocorrentes na região.

Material e Métodos

Coleta de amostras

A partir de entrevista com moradores locais antigos, foi possível identificar as espécies florestais madeireiras mais utilizadas por populações do trecho Una-Olivença, município de Ilhéus, Bahia, Brasil. A partir dessas informações, foram coletadas amostras aleatórias de um indivíduo por espécie de árvores caídas no local em cada uma das cinco espécies mais utilizadas pelos moradores. As amostras foram cadastradas no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (Sisgen) sob a referência ABE3C53 e depositadas na xiloteca do CEPEC (Valle et al., 2019). O material foi devidamente etiquetado com os nomes vernaculares fornecidos pela comunidade local e identificado ao nível de espécie pelo botanista Vitor Benjamim dos Reis Nobre. As espécies coletadas foram: o parajú (*Manilkara longifolia* (A.DC.) Dubard, Sapotaceae), a landirana (*Symponia globulifera* L.f., Clusiaceae), o oiti (*Moquilea salzmannii* Hook.f., Chrysobalanaceae), o olandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess, Calophyllaceae) e o roixinho (*Peltogyne angustiflora* Ducke, Fabaceae).

Confecção dos corpos-de-prova

O material coletado foi levado ao Laboratório Central de Tecnologia de Produtos Florestais da UFSB em parceria com a CEPLAC, onde foram confeccionados corpos de prova com aproximadamente 3x3 cm na sua seção transversal e 5 cm na direção axial, para a determinação da densidade básica, tiragem de imagens e descrição anatômica macroscópica das espécies.

Densidade básica

Para determinar a densidade básica da madeira, foi utilizada a norma técnica NBR-11941 (2003).

Os corpos de prova foram imersos em frascos de Becker com água até sua saturação. Para determinar o volume da madeira saturada, foi utilizado o método de imersão, conforme Vital (1984).

Posteriormente, os corpos de prova foram secos em estufa com uma temperatura constante de $103^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$. Após a secagem, a massa seca foi determinada com auxílio de uma balança semianalítica.

Após coleta dos dados, a densidade básica foi calculada utilizando a seguinte equação:

$$Db = \left(\frac{ms}{Vs} \right) \times 100$$

Onde:

Db = densidade básica em g/cm^3

ms = massa seca em gramas (g)

Vs = volume saturado em centímetros cúbicos (cm^3)

Para análise estatística dos dados da densidade básica, foi realizada análise de variância obedecendo a todos os pressupostos e realizado o teste Tukey a 1% de significância no programa Past, versão 4.03. Foram utilizados oito corpos de prova para cada espécie estudada.

Descrição anatômica

Para realizar a descrição macroscópica, seguiu-se as normas do IBAMA (1992). Os corpos de prova foram lixados em diferentes granulometrias (120, 180, 220, 280, 320, 360, 500), possibilitando uma melhor visualização dos elementos celulares.

As fotografias das amostras foram adquiridas com auxílio do estereomicroscópio Leica M 165C com câmera Leica DMC 2900 e software LAS v 4.4.

Resultados e Discussão

Densidade básica

Nossos dados apresentaram diferenças significativas entre as médias de densidade básica da madeira das espécies amostradas (Tabela 1). O parajú apresentou maior densidade básica entre elas, com

0,847 g/cm³, seguidas pelo oiti, 0,742 g/cm³ e roixinho, 0,741 g/cm³. As duas últimas espécies não apresentaram diferença estatística significativa. Essas espécies foram classificadas como madeiras de alta densidade básica (Ruffinato et al., 2015).

O olandi e a landirana apresentaram valores médios de densidade básica com 0,577 e 0,545 g/cm³, respectivamente. Sendo, portanto, classificadas como madeiras de média densidade básica (Ruffinato et al., 2015).

Espécies do gênero *Manilkara* apresentam valores de densidade básica, entre 0,871 e 0,912 g/cm³ (Novais et al., 2017), semelhante aos encontrados no presente estudo.

O roixinho foi apontado por Silva Miranda et al. (2021) como uma madeira pesada e de alta densidade, com valores médios de 0,720 g/cm³. Dados compatíveis foram descritos pelo IPT (1989), onde espécies do mesmo gênero apresentam densidade básica de 0,740 g/cm³.

Pesquisas apresentando dados do oiti são escassas. Algumas espécies do gênero *Moquilea* são descritas como densas e duras, tais como o caso de *M. tomentosa*. Segundo Carvalho et al. (2014), *M. tomentosa* é uma espécie com densidade básica entre 0,650 a 0,980 g/cm³.

Dados da literatura para a densidade básica da landirana, a descrevem como uma madeira moderadamente densa, com valores incluídos entre 0,520 a 0,800 g/cm³ (Carvalho et al., 2004).

Especies florestais que apresentam alta densidade possuem alta resistência a agentes xilófagos e esforços mecânicos, sendo preferencialmente indicadas para fins estruturais tais como fabricação de esquadrias, colunas, pilares e vigas, em razão de sua boa aparência e trabalhabilidade (Paiva Filho, 2018).

De acordo com Silva (2015), madeiras de alta densidade são indicadas para a produção de carvão, tendo em vista que seu rendimento gravimétrico e poder calorífico estão relacionados à sua alta densidade. Entretanto, estudos se fazem necessários sobre a maior parte das espécies nativas.

Madeiras que apresentam média e alta densidade são recomendadas para utilização de fins

mais nobres como serraria, confecção de pisos, postes e construção civil (Silveira, 2013).

Os valores médios obtidos podem ser observados na Tabela 1, enquanto as comparações entre as médias da densidade básica das espécies estudadas na Figura 1.

Tabela 1. Densidade básica da madeira de espécies utilizadas na região

| Espécie | Densidade básica (g/cm ³) |
|-----------|---------------------------------------|
| Landirana | 0,545c |
| Oiti | 0,742b |
| Olandi | 0,577c |
| Parajú | 0,847a |
| Roxinho | 0,741b |

Nota: médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (Tukey p < 0,01).

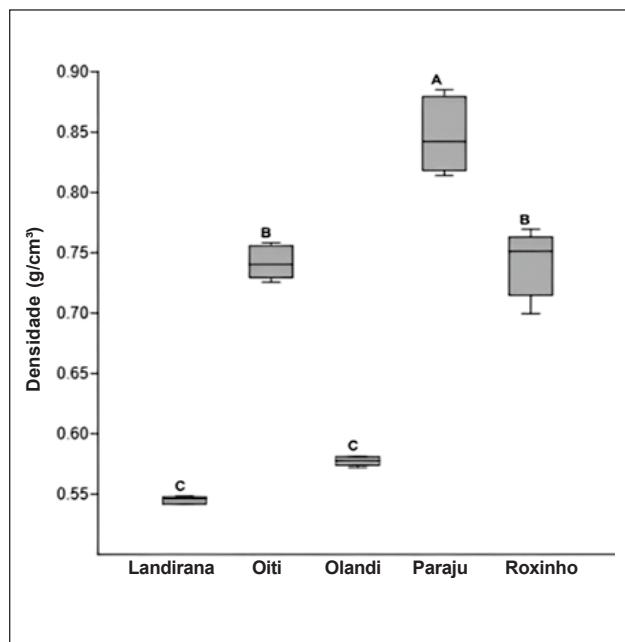


Figura 1. Valores médios para densidade básica da madeira para as cinco espécies madeireiras utilizadas na região.

Descrição macroscópica da madeira

A seguir são apresentadas as descrições macroscópicas das espécies em estudo:

1 - Nome comum: Parajú (Figura 2).
Família: Sapotaceae
Espécie: *M. longifolia*

Características organolépticas: Cor avermelhada; gosto indistinto; odor indistinto; grã direita; textura fina; brilho opaco; dura, densa e pesada.

Descrição anatômica macroscópica: Transversal:

Parênquima axial visível somente sob lente de 10x, paratraqueal reticulado; em faixas estreitas ou linhas. Poros visíveis somente sob lente de 10x, porosidade difusa; arranjo diagonal e/ou radial; agrupamento dos vasos predominantemente solitários e múltiplos; poros obstruídos por tilos; camadas de crescimento indistintas.

Radial: Espelhado dos raios poucos contrastados.

Tangencial: Raios visíveis somente sob lente de 10x; não estratificados; linhas vasculares irregulares.

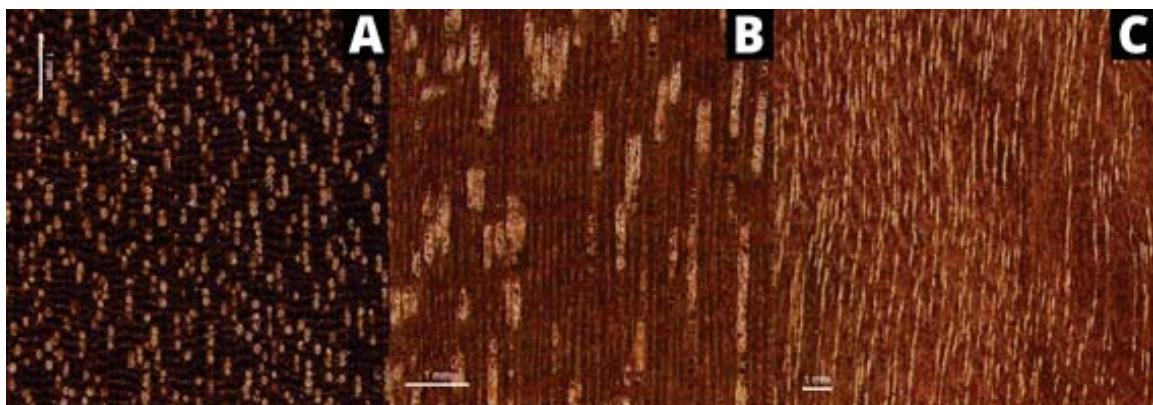


Figura 2. Imagem macroscópica de *M. longifolia*. A - Plano transversal; B - Plano longitudinal radial; C - Plano longitudinal tangencial.

2 - Nome comum: Roxinho (Figura 3).
Família: Fabaceae
Espécie: *P. angustiflora*.

Características organolépticas: Cor arroxeadada; gosto indistinto; odor indistinto; grã direita; textura fina; brilho opaco; dura, densa e pesada.

Descrição anatômica macroscópica: Transversal:

Parênquima axial visível somente sob lente de 10x, paratraqueal confluente. Poros visíveis somente sob lente de 10x, porosidade difusa; agrupamento dos vasos predominantemente solitários; camadas de crescimento indistintas.

Radial: espelhado dos raios contrastados.

Tangencial: Raios visíveis somente sob lente de 10x; não estratificados; linhas vasculares regulares;

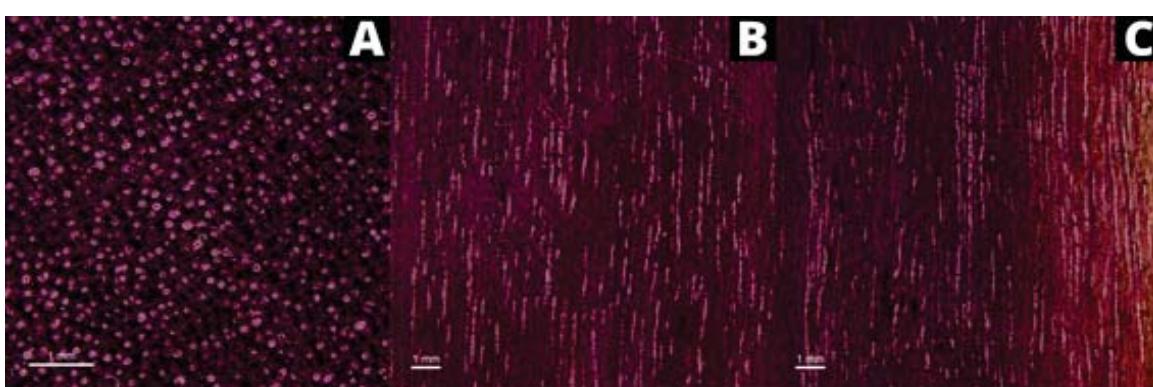


Figura 3. Imagem macroscópica de *P. angustiflora*. A - Plano transversal; B - Plano longitudinal radial; C - Plano longitudinal tangencial.

3 - Nome comum: Oiti (Figura 4).

Família: Chrysobalanaceae

Espécie: *M. salzmannii*

Características organolépticas: Cor acastanhada escura; gosto indistinto; odor indistinto; grã direita; textura grossa; brilho opaco; dura, densa e pesada.

Descrição anatômica macroscópica: Parênquima axial visível somente sob lente de 10x;

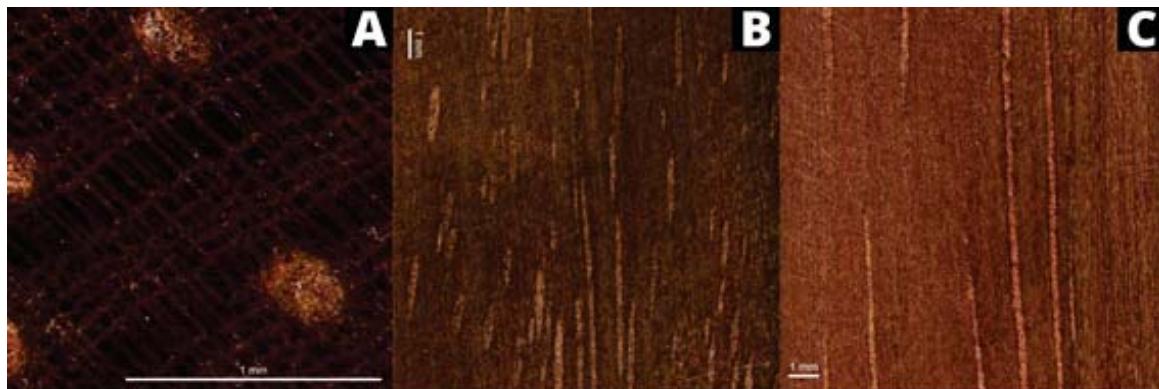


Figura 4. Imagem macroscópica de *M. salzmannii*. A - Plano transversal; B - Plano longitudinal radial; C - Plano longitudinal tangencial.

4 - Nome comum: Landirana (Figura 5).

Família: Clusiaceae

Espécie: *S. globulifera*

Características organolépticas: Cor amarelada; gosto indistinto; odor indistinto; grã irregular; textura fina; brilho cerosa; moderadamente dura, densidade média.

paratraqueal: reticulado em faixas estreitas ou linhas. Poros visíveis a olho nu; porosidade difusa; agrupamento dos vasos predominantemente solitário; poros preenchidos com resina cristalizada; camadas de crescimento distintas.

Radial: espelhado dos raios pouco contrastados.

Tangencial: Raios visíveis somente sob lente de 10x; não estratificados; linhas vasculares regulares.



Figura 5. Imagem macroscópica de *S. globulifera*. A - Plano transversal; B - Plano longitudinal radial; C - Plano longitudinal tangencial.

5 - Nome comum: Olandi (Figura 6)
Família: Clusiaceae
Espécie: *C. brasiliense*

Características organolépticas: Cor esbranquiçada; gosto indistinto; odor indistinto; grã direita; textura fina; brilho cerosa; moderadamente dura, densidade média.

Descrição anatômica macroscópica: Parênquima visível a olho nu; em linhas. Poros visíveis ao olho nu; porosidade difusa, agrupamento dos vasos, predominantemente solitários e múltiplos; poros pouco obstruídos; camadas de crescimento indistintas, máculas medulares.

Radial: espelhado dos raios contrastados;

Tangencial: Raios invisíveis mesmo sob lente de 10X; não estratificados; linhas vasculares regulares.

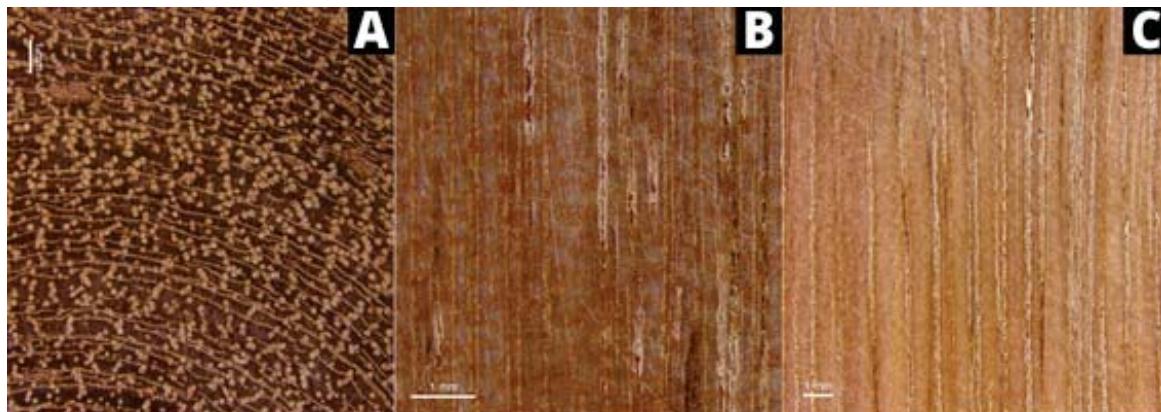


Figura 6. Imagem macroscópica de *C. brasiliense*. A - Plano transversal; B - Plano Longitudinal radial; C - Plano Longitudinal tangencial.

As madeiras das espécies *M. longifolia*, *M. salzmannii* e *P. angustiflora*., apresentam alta densidade básica e as espécies da *S. globulifera* e *C. brasiliense*, média densidade básica.

As descrições anatômicas das espécies apresentadas servem como parâmetros de destinação e usabilidade, agregando e complementando em futuros estudos para determinação da qualidade da madeira.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Mirmecologia da CEPLAC por permitir o uso do equipamento fotográfico utilizado neste estudo; à Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB) pela concessão de bolsa a JVMS; ao Laboratório Central de Tecnologias de Produtos Florestais do Centro de Formação em Ciências Agroflorestais da UFSB, pelo suporte logístico. Finalmente os autores agradecem Vitor Benjamim dos Reis Nobre pela identificação do material.

Literatura Citada

- ALVES, C. S. et al. 2012. Avaliação das propriedades físicas de oito espécies usadas em serrarias de Rio Branco, Acre. In: Congresso Florestal Paranaense, 2012. Anais. Curitiba, Paraná.
- ARGANBRIGHT, D. G. 1971. Influence of extractives on bending strength of redwood (*Sequoia sempervirens*). Wood and fiber 2(4): 367-372.
- BRASIL. 2007. Decreto nº 6.040, de 07 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Diário Oficial, Brasília, DF.
- BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. 1991. Anatomia da Madeira. São Paulo, SP, Livraria Nobel. 80p.
- CURY, G; TOMAZELLO FILHO, M. 2011. Descrição anatômica de espécies de madeira utilizadas na construção civil. Floresta e Ambiente 18(3): 227-236.
- DIAS; F. M.; LAHR, F. A. R. 2004. Estimativa de propriedades de resistência e rigidez da madeira através da densidade aparente. Scientia Forestalis 65: 102-113.

- DA SILVA, C.J.; DO VALE, A.T.; MIGUEL, E.P. 2015. Densidade básica da madeira de espécies arbóreas de Cerradão no estado de Tocantins. *Pesquisa Florestal Brasileira* 35(82): 63-75.
- OLIVEIRA, J. T da S.; HELLMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. 2005. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. *Revista Árvore* 1(29): 115-127.
- SANTOS, K.M.P. dos; NAVAS, R.; SILVA, R.J. 2015. A seleção de espécies madeireiras para a estrutura de pesca em comunidades tradicionais na mata Atlântica, Brasil. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological* 2(2):43-62.
- CHIPAIA, F. C.; REIS, A. R. S.; REIS, L.; CARVALHO, J.; SILVA, E. F. R. 2015. Descrição anatômica macroscópica de madeira de oito espécies florestais comercializadas no município de Altamira-PA. *Journal of bioenergy and food Science* 2(1):18-24.
- FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. 1971. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. *IPEF* (Piracicaba) 2(3): 65-74.
- FREDERICO, P.G.U. 2009. Efeito da região e da madeira de eucalipto nas propriedades do carvão vegetal. Dissertação Mestrado. Viçosa, UFV. 66p.
- MAIA, N.D. 2023. Descrição macroscópica das madeiras de três espécies florestais: Grácia-Cerejeira-do-norte-Itaúba-verdeadeira. Trabalho de Conclusão de Curso. Curitibanos, UFSC. 36p.
- MELO, C.S. 2019. Arquitetura Vernacular: a construção nativa brasileira. Brasil Para Todos-Revista Internacional, 7(1): 15-20.
- NETO, E.M.C. 2001. A cultura pesqueira do litoral norte da Bahia: etnoictiologia, desenvolvimento e sustentabilidade. Editora: EDUFBA, 1º Ed. 159p.
- NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G.I.B.; CECCANTINI, G. 2003. Caracterização anatômica macroscópica das madeiras utilizadas para laminação na região de Curitiba-PR. *Scientia Agraria* 4(1): 47-52.
- MENDONZA, Z.M.S.H.; OLIVEIRA, J.K.; BORGES, P.H.M.; MORAIS, P.H.M. 2021. Índices de qualidade das fibras de *Tectona grandis* Linn. F. em função da sua massa específica básica. *Brazilian Journal of Development* (Curitiba) 7(6): 55535-55553.
- OLIVEIRA, J. T. S. e SILVA, J. C. 2003. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. *Revista Árvore* 27 (3): 381-385.
- MOKFIENSKI, A. ; COLODETTE, J.L. ; GOMIDE, J.L.; CARVALHO, A.M.M.L. 2008. A importância relativa da densidade da madeira e do teor de carboidratos no rendimento de polpa e na qualidade do produto. *Ciência Florestal* 18(3): 401-413.
- PAIVA FILHO, J. C.; ALMEIDA, L. A.; CASTRO, V. G; DIODATO, M. A. 2018. Diagnóstico do uso da madeira como material de construção no município de Mossoró-RN/Brasil. *Matéria* (Rio de Janeiro) 23(3).
- PANSHIN, A. J.; DE ZEEUW, C. 1980. *Textbook of wood technology*. 4.ed. New York, Mc-Graw-Hill.
- RIOS, K.A.N. 2016. Conflitos e Resistência: Comunidades tradicionais pesqueiras da Bahia. *Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades* (Salvador) (237): 347-364.
- RUFFINATTO, F.; CRIVELLARO, A.; WIEDENHOEFT, A. C. 2015. Review of macroscopic features for hardwood and softwood identification and a proposal for a new character list. *IAWA journal* 36(2): 208-241.
- SILVA, B. R. B.; BALDIN, T. SANTOS, V. B; SILVA, P. C.; MAGALHÃES, L. P. P.; SALES, N.L.P. 2020 Densidade básica e anatomia da madeira de cinco espécies nativas da Mata Atlântica. In: *Congresso Brasileiro Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia*. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2020.
- SILVA, C. J.; VALE, A.T.; MIGUEL, E. P. 2015. Densidade básica da madeira de espécies arbóreas de Cerradão no estado de Tocantins. *Pesquisa Florestal Brasileira* 35(82): 63-75.
- SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A.V.; VALE, A.T. 2013. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. *Acta Amazonica* 43 (2): 179-184.
- VALLES, M. L. A.; SANTOS, B. S. A.; JARDIM, J. G. 2019. A xiloteca do Centro de Pesquisas do Cacau e as madeiras da Mata Atlântica. *Paubrasilia* 2:7-13.
- VITAL, B. R. 1984. Métodos de determinação da densidade da madeira. Viçosa, MG, SIF, Boletim Técnico n.1. 21p.
- ZENID, G. J; CECCANTINI, G. C.T. 2012. Identificação macroscópica de madeiras. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP. 22p.



DIVERSIDADE DE MANDIOCA DA COLEÇÃO DA EMBRAPA RONDÔNIA

**Amauri Siviero¹, Vanderley Borges dos Santos², Rogério Sebastião Corrêa da Costa³,
Francisco das Chagas Leônidas³**

¹Embrapa Acre, CP 321, 69900-970, Rio Branco, Acre; ²Universidade Federal do Acre, BR 364, km 04, 69915-900, Rio Branco, Acre; ³Embrapa Rondônia, Rodovia BR 364, Km 5,5, 76815-800, Porto Velho, Rondônia.
amauri.siviero@embrapa.br, rogerio.costa@embrapa.br, vanderley.santos@ufac.br, francisco.leonidas@embrapa.br

O cultivo da mandioca em Rondônia possui importância econômica, cultural e social principalmente na produção agrícola familiar. Nesta pesquisa, foram avaliados 39 genótipos pertencentes à coleção de mandioca da Embrapa Rondônia – CMERO, utilizando 27 descritores botânicos, morfológicos e agronômicos de parte aérea de raiz coletados durante as safras agrícolas de 2010 e 2011. Na análise de divergência entre genótipos, determinou-se os agrupamentos pelo método de otimização de Tocher e de hierarquização da ligação média entre grupos. Os descritores “comprimento de raiz” e “comprimento do pecíolo”, e o número de raízes por planta foram os que mais influenciaram na formação dos cinco grupos de ligação. Os resultados demonstram que existe similaridade entre os genótipos de mandioca da CMERO e grande variabilidade genética entre os acessos avaliados. Estudos mais recentes realizados entre 2017 e 2019 comprovaram o potencial de alguns genótipos avaliados culminando na recomendação da cultivar BRS 1668 registrada no Ministério da Agricultura e Pecuária como a primeira cultivar de mandioca de mesa para Rondônia. Outro acesso pertencente à CMERO, o genótipo EAB 451-E, encontra-se em fase de registro, pois se destacou pela alta produtividade e dupla aptidão para mesa e farinha de mandioca.

Palavras-chave: melhoramento, *Manihot esculenta*, variabilidade, Amazônia Ocidental.

Cassava diversity of the collection of Embrapa Rondônia, Brazilian Amazon.

The cassava crop in Rondônia has economic, cultural, and social importance mainly in family agricultural production. In this research, 39 genotypes belonging to the cassava collection of Embrapa Rondonia - CMERO were evaluated using 27 botanical, morphological and agronomic descriptors of aerial part of the root collected during the 2010 and 2011 agricultural seasons. In the analysis of divergence between genotypes, clusters were drawn using the Tocher optimization method and the ranking method of the average link between groups. The descriptors “root length” and “petiole length” and the number of roots per plant were the ones that most influenced the formation of the five linkage groups. The results showed similarity among the CMERO cassava genotypes and a great genetic variability present among the evaluated accessions. More recent studies carried out between 2017 and 2019 proved the potential of some evaluated genotypes that culminates in the recommendation of the BRS 1668 cultivar registered with the Ministry of Agriculture and Livestock as the first table cassava cultivar for Rondônia. Another accession belonging to CMERO, the EAB 451-E genotype, is currently in its registration phase, as it stood out for its high productivity and double suitability for table and cassava flour.

Key words: breeding, *Manihot esculenta*, variability, Southwest Amazon.

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) faz parte da dieta de grande parte da população de baixa renda das regiões norte e nordeste do Brasil. O cultivo da mandioca em Rondônia possui importância econômica, cultural e social principalmente na pequena produção agrícola familiar. A principal destinação da mandioca produzida em Rondônia é para o uso doméstico como farinha. As raízes da mandioca são ricas em amido e usadas na alimentação humana na forma *in natura*, farinha, tapioca e outros confeitos. A parte aérea da planta tem amplo potencial de uso na alimentação animal (Rosa Neto, 2009).

A mandioca é cultivada em todos os municípios de Rondônia, sendo importante fonte de subsistência e de renda para a agricultura familiar. Cerca de 20.000 produtores trabalham na mandiocultura e a maior concentração está situada nos municípios de Porto Velho (19,3%), Machadinho D’Oeste (13,9%) e São Miguel do Guaporé (5,0%). A área plantada tem evoluído significativamente nos últimos dez anos. Na safra 2007/2008, a produção estadual de mandioca foi de 526.469 toneladas distribuídas em 31.186 ha (Rosa Neto, 2009).

A mandioca é uma espécie cultivada em pequenas áreas no sistema de agricultura “derruba e queima” adotando uso mínimo de insumos e tecnologia e usando áreas de baixa fertilidade natural, as quais são caracterizadas por elevada acidez associada à deficiência generalizada de nutrientes. Esses fatos resultam em baixa produtividade do cultivo no campo.

O custo de produção de mandioca em Rondônia no sistema convencional, na maioria das vezes, ultrapassa o valor de mercado para comercialização da raiz, o que promove uma marginalização ainda maior do cultivo. Observa-se também carência de apoio estatal, tal como linhas especiais de crédito e assistência técnica para o cultivo, o que tem contribuído para a não adoção do acervo de tecnologias disponíveis (Rosa Neto, 2009).

A região do sudoeste da Amazônia é considerada centro de dispersão e domesticação da mandioca. Estudos de Emperaire et al. (2003) confirmaram a distribuição de grupos distintos de *Manihot*, com alta variabilidade genética, conservados e manejados por agricultores familiares na Amazônia. A simples

substituição de cultivares no campo por genótipos mais produtivos selecionados pela pesquisa pode elevar significativamente a produtividade do cultivo em Rondônia.

A grande variabilidade genética conservada por agricultores familiares na Amazônia deve ser explorada visando elevar os patamares de produtividade e outros fatores importantes no melhoramento do cultivo. A mandioca apresenta grande variabilidade quando avaliada por meio de caracteres morfológicos. A diversidade genética atual da espécie *Manihot* sp. ocorre a partir da seleção natural ocorrida durante o processo de evolução e domesticação da espécie, conservando genes de interesses agronômico e adaptados aos agroecossistemas locais (Martins, 2005).

Nos programas de melhoramento da mandioca, os bancos de germoplasma e as coleções de trabalho desempenham um papel de extrema importância na conservação da variabilidade genética da espécie e são disponíveis para uso imediato aos melhoristas da espécie. Os descritores são caracteres genéticos importantes para programas de melhoramento da espécie tais como: estimativa de parâmetros genéticos e na identificação de germoplasma (Fukuda e Guevara, 1998).

Trabalhos de caracterização de genótipos de mandioca são fundamentais para a utilização mais eficiente em estudos de melhoramento por permitir a identificação de cultivares com características superiores e herdáveis e auxiliam na identificação de duplicatas de material genético em coleções e bancos de germoplasma. A introdução de cultivares de mandioca em um determinado ecossistema e a seleção daqueles mais adaptados é um procedimento simples e de baixo custo, comumente utilizado em vários países, entre os quais o Brasil (Bueno, 1986; Pereira, 1988).

Oliveira (1987) caracterizou botânica e agronomicamente 86 cultivares de mandioca no município de Porto Velho RO, usando 29 descritores da parte aérea e raiz da planta destacando que, no processo de seleção de plantas para produtividade, devem ser evitadas plantas com elevado crescimento vegetativo.

As variedades de mandioca mais cultivadas em Rondônia são: Amarela, Amarelinha, Pão do Acre, Orana, Branca, Cacau, Amarelona, Pirarucu, Cria Menino, Tucumã, Fécula Branca. Carvalho et al.,

(2009) encontraram produtividades médias de mandioca bem acima da estimada para o estado de Rondônia que é de 17,5 t.ha⁻¹

Para caracterizar genótipos de mandioca, é necessária a quantificação da variabilidade por meio do estudo de variáveis quantitativas, notadamente, os atributos agronômicos e as variáveis qualitativas (morfológicas e moleculares). Conhecer a diversidade e o potencial genético de variedades conservadas *ex situ* é etapa fundamental em programas de melhoramento do cultivo.

A Embrapa Rondônia detém uma coleção de mandioca apresentando materiais cujo potencial de uso ainda é desconhecido. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a diversidade de genótipos de mandioca da Embrapa Rondônia, conservados numa coleção situada no município de Ouro Preto do Oeste, a partir da análise de suas características botânicas e agronômicas.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Campo Experimental da Embrapa Rondônia localizado no município de Ouro Preto do Oeste, RO, localizado a 350 km ao sul da capital do estado, Porto Velho. O clima predominante na região é quente e úmido, com precipitação média anual entre 1.650 e 2.000 mm, temperatura média anual de 25°C e umidade relativa do ar média de 83%, apresentando estações seca e chuvosa bem definidas. Cerca de 50 % da área agrícola de Ouro Preto do Oeste é considerada apta ao cultivo de mandioca (Rondônia, 2002).

O solo da área experimental é um Argissolo Vermelho-Amarelo textura média e apresentaram fertilidade média, com baixos teores de alumínio ($Al = 0,2 \text{ cmolc}/100 \text{ mL}$), acidez média ($pH = 5,8$), teores médios de cálcio e magnésio ($Ca + Mg = 4,6 \text{ cmolc}/100 \text{ mL}$), baixo teor de fósforo disponível ($P = 12 \text{ mg/kg}$) e potássio ($K = 42 \text{ mg/dm}^3$). Os ensaios não receberam calagem nem adubação de plantio.

Os materiais genéticos avaliados neste trabalho pertencem à Coleção de Mandioca da Embrapa Rondônia. O número CMERO, nome comum, procedência e o principal uso dos cultivares estão descritos na Tabela 1. Nos experimentos implantados no campo, cada cultivar de mandioca foi representado

por 12 plantas dispostas em fileiras simples cultivadas no espaçamento de 1,0 x 1,0 m. Foram avaliadas as características morfológicas e agronômicas de 39 cultivares da coleção usando 10 plantas centrais da linha por acesso (parcela) assumindo-se, para efeito de análises estatísticas, um delineamento inteiramente casualizado, visto que a área experimental é bastante homogênea em termos de fertilidade e declividade do solo.

Os experimentos foram instalados em dois anos agrícolas seguidos, 2009/2010 e 2010/2011. O primeiro plantio foi realizado em novembro de 2009 e a colheita das raízes se deu cerca de doze meses após o plantio. O segundo experimento foi implantado em novembro de 2010 e a colheita foi realizada em novembro de 2011.

O plantio foi feito em covas de quatro a cinco centímetros de profundidade. Foram utilizadas manivas- sementes com doze meses de idade, colhidas uma semana antes da data de plantio. As manivas medindo, aproximadamente, 20 cm de comprimento e com diâmetro médio de 2,0 cm, foram depositadas na cova e cobertas com solo. Não houve tratamento químico de manivas e, durante o ciclo de cultivo, não foram utilizados insumos agrícolas ou tratamentos fitossanitários. No período inicial de desenvolvimento do cultivo, foram realizadas três capinas mecânicas de limpeza evitando a competição por plantas daninhas.

Para as análises de divergência, os descritores botânico-morfológicos e agronômicos foram separados em três classes: parte aérea, raízes e agronômicos. A avaliação e a forma de obtenção dos descritores, a categorização e as unidades de medida seguem Fukuda e Guevara (1998).

Os descritores de parte aérea da mandioca avaliados nesta pesquisa foram: a. forma do folíolo central, b. sinuosidade da folha, c. cor do pecíolo, d. cor da brotação nova, e. cor do caule, f. número de lóbulos, g. altura das plantas em metros (H), h. comprimento do internódio (CI), i. comprimento médio do pecíolo (CML), j. comprimento médio do folíolo central (CFC) e k. largura média do folíolo central (LFC) em cm. Os descritores quantitativos (H, CI, CML, CFC e LFC) foram obtidos através da média de dez plantas por genótipo. A altura de plantas e a produtividade foram registradas nas safras de 2010 e 2011.

Os nove descritores qualitativos de raízes de mandioca avaliados nesta pesquisa foram: a. forma

da raiz, b. cor externa da raiz, c. cor do córtex, d. cor da polpa, e. f. presença de pedúnculo, g. destaque da película, h. destaque do córtex, i. presença ou ausência de constrição (cinta) e j. textura da epiderme da raiz.

Os descritores agronômicos quantificados individualmente para cada genótipo avaliados em campo foram: a. produtividade em t.ha⁻¹, obtida pela massa seca das raízes em kg usando balança manual; b. teor de amido e de matéria seca, obtidos em percentagem pelo método da balança hidrostática (Grossman; Freitas, 1950); c. resistência à podridão mole das raízes causada por *Phytophthora drechsleri* e manchas foliares causadas por fungos do complexo *Passalora* spp.; c. contagem do número de raízes por planta; d. comprimento de raiz em cm, e diâmetro de raiz em cm por genótipo. Os três últimos descritores foram obtidos a partir de três amostras compostas por uma mistura das raízes de 10 plantas.

A avaliação da resistência de campo às duas principais doenças da mandioca que ocorrem na região como podridão mole e manchas foliares (Nascimento et al., 2012) foi realizada em campo no momento da colheita das raízes. A avaliação da infecção por podridão mole das raízes de mandioca foi realizada por meio da contagem do número de raízes podres por planta utilizando 10 plantas por genótipos sendo classificados pela incidência da doença, ou seja, cálculo da porcentagem de raízes podres em relação ao número total de raízes por planta. Os genótipos de mandioca foram classificados quanto à severidade de raízes podres da seguinte forma: R = nenhuma raiz podre em 10 plantas; MS = 1 a 10% de raízes podres; Suscetível = 10 a 30% de raízes podres e altamente suscetível > 30% de raízes imprestáveis para o beneficiamento.

A avaliação da severidade das manchas foliares causadas pelo complexo *Passarola* spp. em genótipos da CMERO foi feita pela metodologia de Michereff (1998), sendo classificada com auxílio de uma escala de notas: 1 = < 5% da área foliar lesionada; 2 = 6 a 15%; 3 = 16 a 30%; 4 = 31 a 75% e 5 = > 75% da área foliar lesionada usando 10 plantas por genótipo.

A diversidade entre os acessos para as variáveis quantitativas foi determinada com a matriz de médias pelo quadrado da distância euclidiana. Para as variáveis multicategóricas, com a matriz de informações, realizou-se análise de dissimilaridade pelo coeficiente do complemento de coincidência simples conforme

Cruz e Carneiro (2003). Para os dois grupos de variáveis, determinou-se o agrupamento pelo método de otimização de Tocher segundo Cruz (2006) e Rao (1972), e pelo método de hierarquização da ligação média entre grupos (UPGMA) segundo Manly (2008) e Ferreira (2008).

A importância de cada variável quantitativa foi estimada pelo método de Singh (1981) e por componentes principais de acordo com Cruz et al. (2011). Realizou-se a correlação entre as matrizes de dissimilaridade com 5.000 simulações com significância testada a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t de Student e pelo teste de Mantel conforme Manly (2008).

Resultados e Discussão

Os resultados dos descritores botânicos e morfológicos da parte aérea e raízes CMERO são apresentados nas Tabelas 1 e 2. Na Tabela 1, nota-se alta variabilidade entre os genótipos para os caracteres: forma do folíolo (38% - lanceoladas), sinuosidade (82% lisas), cor do pecíolo (41% vermelhas), cor da brotação nova (46% verde claro) e cor externa do caule sendo 82% entre marrom claro e laranja. Quanto ao número de lóbulos, foi observado cinco genótipos com três lóbulos; dois genótipos com sete e os demais 32 genótipos apresentaram cinco lóbulos por folha.

O valor de comprimento do pecíolo (CP) entre os genótipos variou de 9,03 a 24,4 cm para os genótipos 98-64-14 e 96-154-05. O valor do comprimento do folíolo central (CFC) entre os genótipos variou de 9,07 a 15,4 cm para os genótipos 95-151-38 e EAB 451. O valor da largura do folíolo central (LFC) entre os genótipos variou de 1,71 a 4,21 cm para os genótipos 98-148-06 e 98-72-11. A média geral para os três caracteres avaliados CP, CFC e LFC foi: 17,092, 11,373 e 2,856, respectivamente (Tabela 2).

Observando os resultados dos descritores de raiz da CMERO na Tabela 2 nota-se que: 35,80% apresentam forma cônica cilíndrica, 89% com cor externa marrom escuro, 69 % das raízes apresentaram pedúnculo, 59 % observou-se córtex de cor creme, 46 % possuem cor da polpa branca, 82 % apresentam textura da epiderme rugosa, 79 % com constrições médias, 74 % e 82 % percebem-se fácil destaque da película e fácil destaque do córtex respectivamente.

A média de altura da planta nas safras 2010 e

Tabela 1 - Descritores de parte aérea de genótipos de mandioca da Embrapa Rondônia

| Número | Genótipo | Sinuo-sidade | Forma do folíolo | Cor do folíolo | Cor da brotação nova | Cor externa do caule | Número de lóbulos | Comprimento do pecíolo | Comprimento folíolo central | Largura do folíolo central |
|-----------------------|-------------|--------------|------------------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1 | EAB 451 | La | L | VM | VA | MC | 5 | 21,72 | 5,50 | 5,40 |
| 2 | Canarú | La | L | VE | VA | LR | 5 | 13,80 | 15,45 | 3,15 |
| 3 | 98-148-06 | R | L | VM | VC | LR | 5 | 14,26 | 12,72 | 1,51 |
| 4 | 96-154-05 | E | L | VM | VA | P | 3 | 9,03 | 9,11 | 2,15 |
| 5 | 98-103-08 | La | L | VE | VC | P | 5 | 16,35 | 11,96 | 3,31 |
| 6 | 96-220-08 | E | L | V | VC | VA | 5 | 17,05 | 13,93 | 3,13 |
| 7 | 96-246-03 | E | L | VE | VA | VA | 5 | 12,15 | 9,82 | 2,56 |
| 8 | 95-151-38 | La | L | VAV | VA | LR | 3 | 11,70 | 9,07 | 2,33 |
| 9 | 96-42-03 | La | L | VAV | VE | VA | 5 | 14,46 | 11,85 | 2,58 |
| 10 | COM -09 | O | L | VM | VA | MC | 3 | 14,84 | 10,14 | 2,62 |
| 11 | COM-08 | O | L | VM | VA | MC | 5 | 22,25 | 13,32 | 2,94 |
| 12 | Acre-1 | O | L | VM | VE | MC | 5 | 14,81 | 10,49 | 2,54 |
| 13 | 96-212-03 | La | L | VE | VE | MC | 3 | 10,78 | 9,87 | 2,19 |
| 14 | 96-243-04 | La | S | VM | VC | VA | 5 | 20,19 | 10,74 | 3,15 |
| 15 | 98-72-11 | E | L | VAV | VA | D | 5 | 21,55 | 11,66 | 3,85 |
| 16 | 456 | O | S | VM | RX | MC | 5 | 19,51 | 13,88 | 2,77 |
| 17 | 98-64-10 | O | L | VM | RX | MC | 5 | 23,05 | 14,69 | 2,46 |
| 18 | 1722 | La | L | VM | VE | LR | 5 | 15,40 | 10,55 | 2,71 |
| 19 | 98-129-06 | E | L | VAV | VE | LR | 5 | 14,09 | 9,31 | 2,41 |
| 20 | Xingú | E | L | VM | VC | MC | 5 | 20,21 | 10,41 | 2,44 |
| 21 | CNPMPF-043 | La | L | VAV | VC | LR | 5 | 16,87 | 11,24 | 3,09 |
| 22 | Pão do Acre | La | L | VE | VC | P | 5 | 15,29 | 10,99 | 2,91 |
| 23 | 1668 | E | S | VAV | VC | MC | 5 | 17,38 | 11,38 | 3,28 |
| 24 | 96-227-04 | O | S | VE | VC | P | 5 | 15,38 | 9,49 | 2,43 |
| 25 | 1692 | Ob | L | VE | RX | LR | 5 | 17,24 | 12,48 | 2,83 |
| 26 | 98-64-14 | E | L | VM | VC | D | 5 | 24,4 | 12,7 | 3,25 |
| 27 | Entala gato | La | L | VA | VE | D | 5 | 12,26 | 9,49 | 2,01 |
| 28 | Pirarucu | La | L | VA | VC | LR | 3 | 11,61 | 9,57 | 1,95 |
| 29 | BGM 1153 | E | L | VM | VE | D | 5 | 21,88 | 12,88 | 3,34 |
| 30 | 98-125-06 | R | L | VE | VC | LR | 5 | 18,08 | 11,93 | 1,95 |
| 31 | 96-155-08 | E | L | VE | VA | VA | 5 | 16,75 | 12,65 | 3,37 |
| 32 | 96-227-07 | Ob | L | VM | VC | LR | 5 | 18,50 | 11,57 | 2,74 |
| 33 | Poré | La | S | VA | VC | VA | 7 | 20,71 | 12,04 | 3,07 |
| 34 | 1721 | La | L | VM | VC | VA | 7 | 16,83 | 11,76 | 3,3 |
| 35 | 97-83-13 | E | L | VE | VC | MC | 5 | 15,43 | 10,12 | 2,77 |
| 36 | 96-07-07 | E | L | VM | VC | D | 5 | 19,50 | 12,5 | 3,5 |
| 37 | 91-21-05 | La | L | VAV | VC | VA | 5 | 16,67 | 10,52 | 2,96 |
| 38 | Xerém | La | L | VM | VC | D | 5 | 22,60 | 11,85 | 3,1 |
| 39 | Mamaidê | P | S | VE | VA | D | 5 | 21,95 | 13,95 | 3,37 |
| Valores médios | | | | | | | 4,84 | 17,09 | 11,37 | 2,85 |

P = pandurada, VA = verde amarelado, La = Lanceolada, V = Verde, R = Reta, VAV = Verde Avermelhado, E = Elíptica lanceolada, VE = vermelho esverdeado, O = Obovada, VM = Vermelho, Ob = Oblongo, L = liso, S = sinuosa, M = marrom claro, LR = laranja, D = Dourado. VC =Verde claro, VA = verde arroxead o e RX = roxo

Tabela 2 - Descritores de raízes de genótipos de mandioca da Embrapa Rondônia

| Número | Forma | Cor externa | Cor do córtex | Cor da polpa | Pedúnculo | Destaque da película | Destaque do córtex | Constrição | Textura |
|--------|-------|-------------|---------------|--------------|-----------|----------------------|--------------------|------------|---------|
| 1 | I | ME | B | Branca | S | F | F | S | RU |
| 2 | CC | ME | B | Branca | S | F | F | N | RU |
| 3 | CO | ME | B | Branca | S | F | F | S | RU |
| 4 | C | MC | R | Branca | S | D | F | N | RU |
| 5 | CC | ME | B | Branca | S | F | F | N | L |
| 6 | CC | A | B | Branca | S | F | F | N | L |
| 7 | CC | ME | RX | Branca | S | F | F | N | RU |
| 8 | CO | ME | R | Branca | S | F | F | S | RU |
| 9 | C | ME | B | Amarela | S | F | F | N | RU |
| 10 | CC | ME | A | Branca | S | F | F | N | RU |
| 11 | I | ME | B | Branca | S | F | F | N | RU |
| 12 | I | ME | B | Branca | N | F | F | S | RU |
| 13 | I | ME | B | Branca | N | F | F | N | RU |
| 14 | CO | ME | B | Branca | S | F | F | N | RU |
| 15 | I | ME | B | Branca | S | D | F | S | L |
| 16 | CC | ME | B | Branca | S | D | F | N | L |
| 17 | CO | ME | B | Branca | S | D | F | N | RU |
| 18 | CO | ME | B | Branca | S | F | F | N | RU |
| 19 | CO | ME | A | Branca | N | F | F | N | RU |
| 20 | CO | ME | A | Amarela | N | D | F | N | RU |
| 21 | CC | ME | A | Amarela | N | F | F | N | RU |
| 22 | CC | ME | A | Amarela | N | D | D | N | RU |
| 23 | CC | MC | R | Amarela | N | D | F | N | RU |
| 24 | I | ME | A | Branca | N | D | F | S | RU |
| 25 | C | ME | B | Amarela | S | F | F | N | RU |
| 26 | C | B | B | Branca | S | F | F | N | L |
| 27 | C | ME | B | Branca | S | F | F | N | RU |
| 28 | C | ME | A | Amarela | N | F | F | N | RU |
| 29 | C | ME | RX | Branca | N | F | F | N | RU |
| 30 | C | ME | B | Branca | S | D | D | N | RU |
| 31 | C | ME | B | Branca | S | F | D | N | RU |
| 32 | C | ME | A | Branca | S | F | F | N | RU |
| 33 | C | ME | B | Branca | S | F | F | N | RU |
| 34 | C | ME | B | Branca | S | F | F | N | RU |
| 35 | I | ME | B | Creme | N | F | F | N | RU |
| 36 | CC | ME | B | Branca | N | F | F | N | RU |
| 37 | C | ME | B | Branca | S | D | D | N | RU |
| 38 | C | ME | A | Creme | S | F | F | S | RU |
| 39 | C | ME | R | Rosada | S | D | D | S | RU |

CO = cônica, CC = cônica cilíndrica, C = cilíndrica, I = irregular, A = amarelo, MC = marrom claro, ME = Marrom escuro, B = Branca ou creme, R = Rosado, RX = roxo, L =lisa e RU = rugosa.

2011 foi de 2,88 m, variando entre 2,2 a 3,50 m e 3,10 m variando entre 2,6 a 3,6 m para o menor e o maior valor encontrado para as respectivos anos agrícolas (safra). O teor de amido variou entre 19,35 a 26,37% e o teor de matéria seca entre 24,02 a 30,98 % entre os genótipos (Tabela 3).

A produtividade estimada em toneladas por hectare apresentou alta amplitude de respostas. O genótipo menos produtivo (96-227-07) alcançou 10,45 t.ha⁻¹ enquanto o híbrido 96-07-07 foi o mais produtivo apresentando 57,4 t.ha⁻¹ considerando a média das duas safras agrícolas (Tabela 3).

Tabela 3. Descritores agronômicos de genótipos de mandioca da coleção da Embrapa Rondônia

| Genótipo | Altura em metros | | Número de raízes por planta | | Produtividade em t.ha ⁻¹ | | Amido (%) | Matéria seca (%) | Reação à podridão mole | Reação à manchas foliares |
|----------------|------------------|------|-----------------------------|------|-------------------------------------|-------|-----------|------------------|------------------------|---------------------------|
| | 2010 | 2011 | 2010 | 2011 | 2010 | 2011 | | | | |
| 1 | 3,44 | 3,09 | 6,8 | 9,4 | 35,8 | 33,0 | 21,53 | 26,18 | R | S |
| 2 | 3,12 | 2,76 | 4,8 | 6,4 | 31,1 | 38,8 | 19,56 | 24,21 | R | S |
| 3 | 2,86 | 2,68 | 11,6 | 10,6 | 28,3 | 23,2 | 22,66 | 27,31 | R | AS |
| 4 | 3,00 | 2,81 | 4,2 | 6,2 | 28,5 | 45,0 | 24,17 | 28,82 | R | MR |
| 5 | 2,69 | 3,08 | 7,4 | 8,6 | 33,2 | 45,4 | 24,64 | 29,29 | R | MR |
| 6 | 3,03 | 3,43 | 7,0 | 6,4 | 22,9 | 25,2 | 26,33 | 30,98 | R | R |
| 7 | 3,21 | 3,20 | 8,6 | 7,2 | 28,5 | 29,7 | 23,79 | 28,44 | R | MR |
| 8 | 3,15 | 3,36 | 6,0 | 9,2 | 18,2 | 59,9 | 24,35 | 29,00 | R | S |
| 9 | 2,92 | 3,14 | 6,6 | 3,0 | 27,9 | 10,5 | 19,73 | 24,38 | R | MR |
| 10 | 3,10 | 3,20 | 7,4 | 10,6 | 24,0 | 48,5 | 19,56 | 24,21 | R | R |
| 11 | 3,15 | 3,21 | 6,0 | 11 | 23,6 | 44,1 | 21,25 | 25,90 | R | S |
| 12 | 2,68 | 2,85 | 6,8 | 6,4 | 26,7 | 40,0 | 22,38 | 27,03 | R | S |
| 13 | 3,15 | 3,20 | 9,4 | 10 | 31,9 | 47,0 | 25,59 | 30,24 | S | MR |
| 14 | 3,07 | 3,66 | 6,4 | 5,4 | 19,6 | 29,2 | 23,51 | 28,16 | R | R |
| 15 | 2,68 | 2,74 | 2,6 | 2,8 | 21,0 | 9,3 | 21,82 | 26,47 | AS | S |
| 16 | 3,11 | 3,59 | 12,8 | 6,2 | 36,5 | 37,9 | 22,1 | 26,75 | AS | AS |
| 17 | 3,52 | 3,68 | 10,8 | 4,4 | 27,5 | 27,5 | 21,36 | 26,01 | R | S |
| 18 | 2,60 | 3,34 | 3,6 | 3,8 | 13,8 | 22,5 | 19,67 | 24,32 | R | R |
| 19 | 2,92 | 3,12 | 5,2 | 4,6 | 21,7 | 31,0 | 20,69 | 25,34 | AS | R |
| 20 | 2,82 | 3,30 | 4,4 | 5,4 | 11,6 | 40,7 | 22,10 | 26,75 | R | MR |
| 21 | 2,73 | 3,45 | 7,8 | 8,2 | 14,7 | 26,2 | 23,11 | 27,76 | R | R |
| 22 | 2,78 | 2,72 | 6,4 | 3,8 | 12,2 | 16,0 | 20,24 | 24,89 | R | R |
| 23 | 2,72 | 3,28 | 9,8 | 6,4 | 15,2 | 23,9 | 20,18 | 24,83 | R | R |
| 24 | 2,70 | 3,14 | 10,6 | 6,8 | 38,7 | 37,0 | 24,35 | 29,00 | R | MR |
| 25 | 3,13 | 3,54 | 7,0 | 7,4 | 13,0 | 22,1 | 21,34 | 25,99 | R | MR |
| 26 | 3,14 | 3,50 | 11,6 | 10,6 | 27,46 | 30,5 | 24,63 | 29,28 | R | R |
| 27 | 2,90 | 3,16 | 8,0 | 3,4 | 30,8 | 20,4 | 20,07 | 24,72 | R | S |
| 28 | 2,95 | 3,02 | 7,6 | 7,2 | 27,6 | 41,2 | 20,97 | 25,62 | S | AS |
| 29 | 2,78 | 2,78 | 11,4 | 8,2 | 26 | 23,7 | 21,82 | 26,47 | R | MR |
| 30 | 2,78 | 3,18 | 8,0 | 7,4 | 30,4 | 45,3 | 22,66 | 27,31 | S | S |
| 31 | 2,26 | 3,20 | 14 | 8,2 | 40,7 | 32,0 | 25,93 | 30,58 | MR | S |
| 32 | 2,20 | 2,73 | 1,6 | 2,6 | 9,2 | 11,7 | 22,32 | 26,97 | MR | S |
| 33 | 2,66 | 3,08 | 9,4 | 9,4 | 27,3 | 32,3 | 23,51 | 28,16 | R | S |
| 34 | 2,69 | 2,92 | 12,4 | 6,4 | 17,8 | 23,9 | 22,66 | 27,31 | S | MR |
| 35 | 2,67 | 3,10 | 8,6 | 6,6 | 34,9 | 28,6 | 23,11 | 27,76 | MR | S |
| 36 | 2,70 | 2,92 | 11,8 | 11,4 | 44,7 | 50,0 | 24,47 | 29,12 | R | MR |
| 37 | 2,51 | 3,14 | 4,2 | 2,0 | 9,9 | 16,7 | 22,15 | 26,80 | R | MR |
| 38 | 3,15 | 3,08 | 11,6 | 5,4 | 30,9 | 33,8 | 19,35 | 24,00 | R | MR |
| 39 | 2,49 | 2,60 | 3,6 | 3,6 | 12,7 | 15,0 | 19,35 | 24,00 | R | R |
| Valores médios | 2,88 | 3,10 | 7,78 | 6,73 | 25,04 | 31,24 | 22,28 | 26,93 | | |

R = Resistente, MR = Moderadamente resistente, MS = moderadamente suscetível, S = Suscetível e AS = altamente suscetível.

Na avaliação de campo para reação à podridão mole das raízes, 81% dos genótipos foram classificados como resistentes e moderadamente resistentes, 12% foram suscetíveis e 7% se mostraram altamente suscetíveis ao patógeno. Na avaliação de campo para reação às manchas foliares causadas por *Passarola* spp., 55 % dos genótipos foram classificadas como resistentes e moderadamente resistentes, 38 % foram suscetíveis e 7 % se mostraram altamente suscetíveis ao patógeno (Tabela 3).

Análise de divergência entre genótipos da coleção de mandioca da Embrapa Rondônia.

O método de agrupamento usado para os caracteres quantitativos, a partir da distância euclidiana para 39 cultivares de mandioca da CMERO, avaliadas com 11 descritores botânicos e agronômicos quantitativos, conseguiu formar cinco agrupamentos distintos e coerentes. O primeiro constituído por apenas dois cultivares, o segundo formado por cinco, e o terceiro por 32 cultivares de mandioca. Os agrupamentos estabelecidos pelo método de Tocher para as variáveis

multicategóricas são demonstrados na Tabela 4, para as variáveis quantitativas, na Tabela 5.

Constatou-se que para os dois tipos de variáveis foram formados cinco grupos. Para as variáveis quantitativas no grupo I foram alocados 31 acessos (total de 82,05%). Alguns cultivares apresentou grau de dissimilaridade muito baixo indicando ser possível à existência de duplicatas de cultivares na CMERO e a distinção entre acessos que apresentam poucas características divergentes. O emprego da análise de agrupamentos auxilia o melhorista de plantas na identificação material genético, otimiza a caracterização molecular e permite a eliminação de duplicatas, reduzindo assim o número de acessos e os custos de manutenção de germoplasma auxiliando fitomelhoristas no trabalho de seleção de cultivares a serem avaliados para caracteres de interesse agronômico (Cruz et al., 2011).

O emprego de variáveis quantitativas possibilitou estabelecer graus de similaridade entre os cultivares. Na Tabela 4, se observa que o grupo I se constituiu no mais populoso representando 32 (82 %) dos cultivares.

Tabela 4 - Grupos de genótipos estabelecidos pelo método de Tocher, com base na dissimilaridade expressa pelo coeficiente de complemento de coincidência simples

| Grupos | Genótipos | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| < 1 > | 1 | 11 | 12 | 3 | 18 | 2 | 27 | 13 | 9 | 34 | 14 | |
| 5 | 7 | 36 | 32 | 10 | 21 | 19 | 29 | 26 | 17 | 25 | | |
| 31 | 35 | 38 | 37 | 30 | 33 | 6 | 28 | 8 | | | | |
| < 2 > | 20 | 22 | 23 | 24 | | | | | | | | |
| < 3 > | 4 | 15 | | | | | | | | | | |
| < 4 > | 39 | | | | | | | | | | | |
| < 5 > | 16 | | | | | | | | | | | |

Tabela 5 - Grupos de genótipos estabelecidos pelo método de Tocher, com base na dissimilaridade expressa pela distância euclidiana quadrada

| Grupos | Acessos | | | | | | | | | |
|--------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| < 1 > | 27 | 28 | 10 | 12 | 30 | 25 | 23 | 19 | 20 | |
| 21 | 34 | 11 | 29 | 14 | 33 | 3 | 24 | 7 | | |
| 16 | 5 | 8 | 35 | 2 | 38 | 37 | 15 | 22 | | |
| 18 | 17 | 9 | 26 | | | | | | | |
| < 2 > | 31 | 36 | 6 | 13 | | | | | | |
| < 3 > | 32 | 39 | | | | | | | | |
| < 4 > | 1 | | | | | | | | | |
| < 5 > | 4 | | | | | | | | | |

O grupo II foi formado por cinco cultivares, o que representa 13 % e o grupo I por dois cultivares (5 %).

A estatística comparando as matrizes de covariância entre as variáveis multicategóricas e quantitativas da CMERO podem ser observadas na Tabela 6. A análise global dos resultados indica uma boa variabilidade, notadamente, para os diversos descritores quantitativos utilizados neste trabalho. Segundo Zuin et al. (2009), as características morfo-agronômicas quantitativas constituem-se em numa alternativa viável na avaliação da divergência genética de mandioca. Nick et al. (2008) relatam que grupos formados por apenas um indivíduo apontam na direção de que tais indivíduos sejam mais divergentes em relação aos demais e que o uso dos caracteres multicategóricos se mostrou eficiente na determinação da diversidade entre clones de mandioca e na formação de agrupamentos.

A contribuição relativa dos caracteres/descritores avaliados para divergência genética entre genótipos de mandioca e o cálculo feito com médias não padronizadas de acordo com SINGH (1981) estão descritos na Tabela 7.

Os resultados desse estudo mostram que o uso de critérios de seleção indireta para a produtividade pode assim ser adotado para características mais desejáveis que se correlacionam positivamente com a variável básica. Nick et al. (2008) notaram que o caráter número de raízes por planta pode ser útil como caráter auxiliar na seleção para produção de raízes.

Em recente pesquisa sobre avaliação das cultivares da Coleção de Mandioca da Embrapa Rondônia, Costa e Rocha (2022) e Rocha e Costa (2020) avaliaram e confirmaram o potencial de dois acessos, o 1668 e EAB 451-E. O acesso 1668 apresentou potencial produtivo de até 25 t/ha; precocidade no campo, 6 meses; cozimento rápido, 10 minutos, baixa porcentagem de

Tabela 6 - Comparação das matrizes de covariância entre as variáveis multicategóricas e quantitativas da CMERO

| Estatística | Variáveis multicategóricas | Variáveis quantitativas |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Correlação cofenética (CCC) | 0,6745 | 0,5563 |
| Graus de liberdade | 739 | 739 |
| Valor de t | 24,8388 | 18,1984 |
| Probabilidade | 0,0 ** | 0,0 ** |
| Distorção (%) | 3,0549 | 15,8492 |
| Estresse (%) | 17,4815 | 3,9811 |

Tabela 7. Contribuição dos caracteres para divergência de genótipos da CMERO segundo SINGH (1981)

| Variável | Valor da contribuição (%) |
|----------------------------------|---------------------------|
| Comprimento de raiz | 20,48 |
| Comprimento do folíolo central | 4,97 |
| Média largura do folíolo central | 0,60 |
| Altura de plantas | 0,08 |
| % de amido | 5,31 |
| % de matéria seca | 5,31 |
| Comprimento de internodio | 3,02 |
| Diâmetro da raiz | 0,82 |
| Comprimento da raiz | 49,68 |
| Número de raízes por planta | 8,41 |
| Peso de raízes por planta | 1,28 |

(médias não padronizadas)

raízes podres e destacado sabor, credenciando o acesso para ser registrada no MAPA como BRS 1668, a primeira cultivar de mesa para Rondônia. Já a acesso EAB 451-E, apresentou potencial produtivo de 35 t/ha, alto teor de matéria seca e amido e baixo porcentagem de raízes podres. O acesso EAB 451-E está em fase de registro no MAPA, como cultivar de dupla aptidão para Rondônia.

Conclusões

A produtividade e a produção de amido e matéria seca variaram entre os genótipos de mandioca, sendo identificados materiais agronomicamente superiores nas duas safras agrícolas revelando grande variabilidade genética das variedades locais de mandioca da coleção de mandioca da Embrapa Rondônia.

Foi observada uma grande variabilidade fenotípica entre os genótipos para os dois patógenos avaliados.

Cerca de 14% dos cultivares avaliados apresentam boa produtividade, elevados teores de amido apresentando resistência da campo à podridão mole das raízes e mancha parda.

Encontrou-se alta variabilidade genética entre os cultivares de mandioca da CMERO evidenciada pelos caracteres qualitativos e quantitativos. Os descritores comprimento de raiz e do pecíolo e o número de raízes por planta foram os que mais contribuíram para divergência genética entre genótipos de mandioca avaliados. Os 39 cultivares da CMERO foram separados em cinco grupos distintos em função de sua similaridade e da dissimilaridade genética.

Literatura Citada

- BUENO, A. 1986. Melhoramento genético da mandioca e sua importância na escolha de progenitores superiores. Curso Intensivo Nacional de Mandioca, Cruz das Almas, BA, CNPMF. 30p.
- CARVALHO J. O. M. 2009. Levantamento preliminar da produtividade da cultura da mandioca em municípios do estado de Rondônia. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 13. Sociedade Brasileira de Mandioca. Paranavaí: Abam. CD room.
- COSTA, R. S. C.; ROCHA, R. B. 2022. Cultivar de mandioca BRS 1668 de “mesa” para cultivo no estado de Rondônia. Relatório Técnico. 34p.
- ROCHA, R. B; COSTA, R. S. C. 2020. Análises biométricas do desempenho produtivo de cultivares de mandioca avaliadas pela Embrapa Rondônia. Nota Técnica. Porto Velho, RO, Embrapa Rondônia. 36p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. 2003. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Editora UFV. Viçosa, MG. 585p.
- CRUZ, C. D. 2006. Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes. 1.ed.Viçosa, MG, Editora UFV. 285p.
- CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. 2011. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética,1. ed. Visconde de Rio Branco, MG, Suprema Gráfica Editora. 620p.
- EMPERAIRE, L. 2003. Diversité génétique, diversité morphologique et gestion locale des maniocs en Amazonie (Brésil et Guyanes). Les Actes du BRG 42:247-267.
- FERREIRA, D. F. 2008. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium 6:36-41.
- FUKUDA, W. M. G; GUEVARA, C. L. 1998. Descritores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA. 67p.
- GROSSMAN, J.; FREITAS, A. C. 1950. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em mandioca. Revista Agronômica 14(2):160-162.
- MANLY, B. J. F. 2008. Métodos estatísticos multivariados: uma introdução. Porto Alegre, RS, Bookman. 229p.
- MARTINS, P. S. 2005. Dinâmica evolutiva em roças de caboclos amazônicos. Estudos Avançados 19(53):209-220.
- MICHEREFF, S. J. 1998. Escala diagramática e tamanho de amostra para a avaliação da severidade da mancha parda da mandioca (*Cercosporidium henningsii*). Agrotrópica 10(2):143-148.
- NASCIMENTO, F. S. S. et al. 2012. Caracterização botânica de genótipos de mandioca (*Manihot esculenta*) em Ouro Preto Do Oeste, RO. In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, II., Belém. Anais.. Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos. Brasília, DF, SBRG v. 2. CD room.
- NICK, C. et al. 2008. Genetic dissimilarity in cassava clones determined by multivariate techniques. Crop Breeding and Applied Biotechnology 8:104-110.
- OLIVEIRA, F. N. S. 1987. Caracterização botânico-agronômica de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Porto Velho, Rondônia. Embrapa-Uepae Porto Velho. Série: Embrapa-Uepae, Porto Velho. Boletim de Pesquisa, 6. 14p.
- PEREIRA, A. V. 1988. Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta*). Tese doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, Piracicaba, SP. 118p.
- RAO, C. R. 1952. Advanced statistical methods in biometric research. New York, Willey. 390p.
- RONDÔNIA, Governo do Estado. 2002. Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia- PLANAFLORO. Banco de Dados Geográfico Digital - BDG, Porto Velho, RO. 477p.
- ROSA NETO, C. (Coord.). 2009. A cadeia agroindustrial da mandioca em Rondônia: situação atual, desafios e perspectivas. Porto Velho, RO, Embrapa Rondônia: Sebrae. 151p.
- SINGH, D. 1981. The relative importance of characters affecting genetic divergence. The Indian Journal of Genetics e Plant Breeding (41):237-245.
- ZUIN, G. C. et al. 2009. Divergência genética entre acessos de mandioca-de-mesa coletados no município de Cianorte, região Noroeste do Estado do Paraná. Semina. Ciências Agrárias 30(1): 21-30.

NOTA CIENTÍFICA

DANOS DE *Dorynota bidens* (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE) AO IPÊ-DO-BREJO *Handroanthus umbellatus* (BIGNONIACEAE), NO ESTADO DA BAHIA, BRASIL

Alexandre Arnhold^{1,2*}, Simon Rebouças Delabie³, Jacques Hubert Charles Delabie^{2,4}

¹Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Centro de Formação em Ciências Agroflorestais (CFCAF). Km 22, rodovia Jorge Amado (BR-415), Ilhéus, BA, Brasil. alexarnhold@gmail.com

²Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Laboratório de Mirmecologia, Km 22, rodovia Jorge Amado (BR-415), Ilhéus-BA, Brasil.

³Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Reitoria. Centro, Itabuna, BA, Brasil. simon@delabie.com.br

⁴Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais (DCAA). Km 16, rodovia Jorge Amado (BR-415), Ilhéus, BA, Brasil. jacques.delabie@gmail.com

*Autor para correspondência: alexarnhold@gmail.com

O presente estudo relata um ataque intenso de *D. bidens* a árvores de *H. umbellatus* num sítio localizado em Ilhéus, Bahia, onde três árvores atacadas apresentavam folhas rendilhadas em toda a altura da copa, com altura média de 1,5 metros. Não foi observada uma preferência quanto à idade das folhas e, os danos ocorreram de forma generalizada nas árvores, desde a base da copa até seu ápice. Danos de insetos desfolhadores são susceptíveis de alterar drasticamente o formato da copa de árvores. Além disso, promovem uma redução da área fotossinteticamente ativa e isso interfere negativamente no desenvolvimento da planta.

Palavras-chave: paisagismo, inseto desfolhador, besouro.

Damages of *Dorynota bidens* (Coleoptera, Chrysomelidae) to “ipê-do-brejo” *Handroanthus umbellatus* (Bignoniaceae), in the state of Bahia, Brazil. This study reports an intense attack by *D. bidens* on *H. umbellatus* trees at a site located in Ilhéus, Bahia, where three trees were attacked and presented lacy leaves throughout the height of the crown, with an average height of 1.5 meters. No preference was observed regarding the age of the leaves, and the lesions occurred across the trees, from the base of the crown to its apex. Damages by defoliating insects are likely to significantly alter the shape of the tree canopy. Furthermore, they promote a reduction in the photosynthetically active area and this interferes with the plant’s development levels.

Key words: landscaping, defoliating insect, beetle.

Handroanthus umbellatus (Sond.) Mattos (Bignoniaceae), mais conhecido como ipê-do-brejo, é uma árvore que pode alcançar até 15 metros, que vive naturalmente em solos úmidos da Mata Atlântica e do cerrado brasileiro (LORENZI, 2002). Em razão de sua floração exuberante de um amarelo intenso, ela é comumente plantada na ornamentação de áreas urbanas; além disso, pelo fato de ser bem adaptada a áreas de brejo, a espécie é muito utilizada no reflorestamento de matas ciliares (LORENZI, 2002).

Os besouros-tartaruga do gênero *Dorynota* Chevrolat (Coleoptera, Chrysomelidae) pertencem a uma subfamília extremamente diversa, os Cassidinae, com cerca de 6.000 espécies (Flinte et al., 2009) que se mostram, em geral e quando a alimentação é conhecida, oligófagos. O gênero *Dorynota* é Neotropical e se distribui do México à Argentina; tendo como característica morfológica um espinho pós-escutelar bastante alongado (Figura 1, Simões e Sekerka, 2015). Tudo indica que as espécies deste gênero sejam herbívoros especialistas de Bignoniaceae e Lecythidaceae (Gentry, 1969; Buzzi, 1988), com os adultos e imaturos se alimentando das folhas dessas árvores.

Dorynota bidens (Fabricius, 1781) se caracteriza por possuir um corpo de coloração preto opaco, com uma pequena mancha vermelha escura na região mediana da inclinação lateral de cada élitro, com pubescência bastante densa, apresentando também essa coloração no pronoto (Simões e Sekerka, 2015). Essa espécie é conhecida na Guiana Francesa, Paraguai, Trinidade-e-Tobago, assim como do Brasil

nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro e São Paulo (Flinte et al., 2009; Simões e Monné, 2011; Simões e Sekerka, 2015). Na Bahia, possui registros de ocorrência em Conceição de Almeida, Itamaraju e duas outras localidades não definidas (Simões e Sekerka, 2015).

O presente estudo relata um ataque intenso de *D. bidens* a árvores de *H. umbellatus* num sítio localizado em Ilhéus, Bahia, Brasil (-14°46'43,47"; -39°14'46,47"). As três árvores atacadas apresentavam folhas rendilhadas em toda a altura da copa, com altura média de 1,5 metros, tanto em folhas jovens quanto em folhas mais velhas. Este comportamento é diferente do observado em outros crisomelídeos como *Costalimaita lurida* (Lefèvre, 1891), ou das vaquinhas do cacau, tais como *Percolaspis ornata* (Germar, 1824) e *Taimbezinha theobromae* (Bryant, 1924) que se alimentam preferencialmente das folhas mais jovens e tenras das porções apicais das árvores (Abreu et al., 1989; Arnhold e Gonçalves, 2010). Durante o período diurno, não foram observados besouros se alimentando. Estes se encontravam sempre localizados na parte abaxial dos folíolos (figura 2 B) e em repouso aparente, sugerindo que eles se alimentam e são ativos no período noturno. O rendilhamento que se observou nas porções do limbo foliar (figura 2 A) possuía tamanho variando entre 0,5 e 1,5 cm de diâmetro e, em alguns folíolos, os danos eram tão intensos que restavam apenas as nervuras. Não foi observada uma preferência quanto à idade das folhas, e as injúrias ocorreram de forma generalizada nas árvores, desde a base da copa até seu ápice.

De certo modo, essa observação não é uma grande surpresa, devido à oligofagia desse grupo de insetos e aos registros disponíveis de *Dorynota* spp. se alimentando de plantas filogeneticamente próximas a *H. umbellatus*, tais como os ipês-amarelo *Tabebuia alba* (Cham.) Sandwith e *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC) Standl. (Buzzi e Cruz, 1991; Marques et al., 2006) ou o ipê-rosa *Tabebuia pentaphylla* Hemsl. (Proença, 2023), todas da família Bignoniaceae. Entretanto, este é o primeiro relato da ocorrência de *Dorynota bidens* em árvores de ipê-do-brejo, *H. umbellatus*.



Figura 1. *Dorynota bidens* em vista dorsal (A) e vista lateral (B) mostrando seu espinho pós-escutelar característico. Modificado de Simões e Sekerka (2015).



Figura 2. Folíolos de *Handroanthus umbellatus* rendilhados por *Dorynota bidens* (A) e espécime de *D. bidens* em repouso na face abaxial de um folíolo (B) de *H. umbellatus*.

Danos de insetos desfolhadores são susceptíveis de alterar drasticamente o formato da copa de árvores; além disso, promovem uma redução da área fotossinteticamente ativa e isso interfere negativamente no desenvolvimento da planta. Árvores de ipê são atualmente muito utilizadas em paisagismo e quaisquer alterações na forma e estrutura destas árvores podem afetar o resultado almejado, e, por isso, sua ocorrência nestas plantas é, no mínimo, indesejável.

Agradecimento

Jacques Hubert Charles Delabie, bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

Literatura Citada

- ABREU, J.M.; NAKAYAMA, K.; BENTON, F. P. 1989. Manejo de pragas do cacaueiro. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. 32p.
- ARNHOLD, A.; GONÇALVES, D. 2010. Ocorrência de *Costalimaita lurida* (Coleoptera: Chrysomelidae) em *Eucalyptus* spp. em Minas Gerais. Pesquisa Florestal Brasileira 30 (63): 257-259.
- BUZZI, Z. J. 1988. Biology of Neotropical Cassidinae. In: JOLIVET, P.; PETITPIERRE, E.; HSIAO, T.H. Biology of Chrysomelidae. Series Entomologica. Dordrecht, Springer. pp 559-580. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-94-009-3105-3_32. Acesso em 24/05/2023
- BUZZI, Z. J.; CRUZ, M. S. 1991. Ciclo evolutivo de *Dorynota pugionata* (Coleoptera, Chrysomelidae) em *Tabebuia alba* e *T. chrysostricha* (Bignoniaceae). Anais da Sociedade entomológica do Brasil 20 (1): 149-154.
- FLINTE, V. et al. 2009. Tortoise beetles of the State of Rio de Janeiro, Brazil (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae). Genus 20 (4): 571-614.
- GENTRY, A. H. 1969. Tabebuia: The tortuous history of a generic name (Bignon.). Taxon 21: 113-114.
- LORENZI, H. 2002. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 1. 4 ed. Nova Odessa, Plantarum. 368 p.
- MARQUES, O. M. et al. 2006. *Paranota paralela*: um inseto nocivo ao ipê amarelo no Estado da Bahia. Bahia Agrícola 7 (3): 22-23.

- PROENÇA, L.A.B. 2023. Arboreo. Disponível em: <http://www.arboreo.net/2015/07/arvore-61.html>. Acesso em: 25/05/2023.
- SIMÕES, M.V.P.; MONNÉ, M. L. 2011. Inventory of the Cassidinae species (Insecta, Coleoptera, Chrysomelidae) of the Parque Nacional do Itatiaia, RJ, Brazil. *Biota Neotropica* 11 (4): 215-228.
- SIMÕES, M.V.P.; SEKERKA, L. 2015. Review of the Neotropical leaf beetle subgenus *Dorynota* S. Str. Chevrolat (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae: Dorynotini). *The Coleopterists Bulletin* 69 (2): 231-254.



SCIENTIFIC NOTE

MORPHOLOGY AND HISTOLOGY OF *Asteridiella pittieri* (MELIOLALES, ASCOMYCOTA) IN *Duranta erecta* L.

Naasoom Luiz Santos Mesquita¹, Armínio Santos¹, Quelmo Silva de Novaes¹, Poliana Prates de Souza Soares¹, Carlos André Espolador Leitão², Avaldo de Oliveira Soares Filho², José Luiz Bezerra³

¹Departamento de Fitotecnia e Zootecnia/Universidade Estadual dos Sudoeste da Bahia. Estrada Bem Querer, Km-04, Vitória da Conquista - BA, nasonmesquiata@yahoo.com; arminioo@uesb.edu.br; qsnovaes@uesb.edu.br; poliana_prates@hotmail.com

²Departamento de Ciências Naturais-UESB. avaldo.oliveira@uesb.edu.br; candreel@yahoo.com.br

³Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal/Universidade Estadual de Santa Cruz. Rodovia Jorge Amado, Km 16, Ilhéus - BA, 45662-900, zelulabezerra@yahoo.com.br

In November 2021, black mildew was observed on leaves of *Duranta erecta* L. (Verbenaceae) in the Campus of Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, Brazil. Previous analyzes of the fungal structures revealed that they belonged to a Meliolaceae fungus. The identification of the fungus was carried out through morphological characterization, and comparison with other Meliolaceae species described in the literature. Based on these morphological characteristics, the pathogen was identified as *Asteridiella pittieri*.

Key words: Biotrophic fungus, black mildew, golden dew drop.

Morfologia e histologia de *Asteridiella pittieri* (Meliolales, Ascomycota) em *Duranta erecta* L. Em novembro de 2021 foram observadas colônias negras de um fungo em folhas de *Duranta erecta* L. (Verbenaceae), no campus da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia. Análises prévias das estruturas fúngicas demonstraram ser um fungo pertencente à família Meliolaceae. A identificação da espécie foi realizada por meio de caracterização morfológica e comparação com outras espécies descritas de Meliolaceae. Baseado em semelhanças morfológicas esse fungo parasita foi identificado como *Asteridiella pittieri*.

Palavras-chave: Fungo biotrófico, míldio negro, pingo de ouro.

Duranta erecta L. is a species of the Verbenaceae family. It is a plant native to the Americas, widely distributed in the Florida Peninsula, Central America, Caribe, and South America. It has a shrub-tree habit, rarely a climber, with lilac flowers and yellow-orange drupaceous fruits (WFO 2023). It is popularly known as “pingo-de-ouro”, “rocío de oro”, “garbancillo”, and “golden dew drop”. This plant is widely cultivated in Brazil, especially in Bahia, Sergipe, Mato Grosso, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, and Santa Catarina (Moroni, 2023). It is considered invasive in several countries (Moroni et al., 2018).

Due to its traditional ornamental status, the occurrence of leaf spots or fungal colonies on these plants compromises the decorative function of the species.

In November 2021, a black mildew was observed occurring on leaves of *Duranta erecta* (Figure 1a-b) in the campus of Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia. Previous analyzes of the fungal structures revealed that they belonged to a Meliolaceae fungus. Fungi in this taxonomic group are biotrophic parasites of plants, causing minimal damage to the host plants (Hongsanan et al., 2015).

This study aimed to identify the black mildew found on the host species *Duranta erecta*. Specimens were deposited in the HUESBVC Herbarium and registered under the reference HUESBV 10097. The plant species was determined according to Moroni & O’Leary (2020) and taxonomic classification following Angiosperm Phylogeny Group (2016).

Fungal identification was conducted morphologically and comparison with described Meliolaceae species (Hansford, 1961; Pereira et al., 2006.). Thirty measurements were taken for each structure under an optical microscope. The measurement results were presented in the format: (minimum) (average - standard deviation) - (average + standard deviation) (maximum).

Fresh anatomical sections of leaves infected with the fungus were also made. The slides were prepared with distilled water and cotton blue stain and photographed under a Leica DM750 microscope equipped with Leica ICC50HD digital camera and Leica LAS EZ software. Scale bars were calculated as described in Leitão (2016).

The host species is *D. erecta* - synonym *D. repens* L. (Moroni 2023, WFO 2023).

Description

Asteridiella pittieri (Toro) Hansf., Beih. Sydowia 2: 685 (1961).

The fungus generally establishes itself on the upper surface of petioles and leaves, with dark brown septate hyphae, thick-walled, measuring 7.5 to 9 µm in diameter. The hyphae produce fine hyphal pegs that penetrate the outer periclinal wall of leaf epidermal cells, where they form coraloid appressoria (Figure 2e-g). Bicellular, alternating, dark brown hyphopodia, straight to slightly curved, measuring (17) 18-20.5 (20) × (10) 11-13.8 (15) µm (Figure 1c and 2d). Phialides, opposite or alternating, mixed with hyphopodia, measuring (17) 18.5-23.5 (25) × (7) 7.8-9.5 (10) µm. Perithecia scattered, black, globose, with crenulate surface, (150) 175-230 (232) µm in diameter (Figure 1d-e). Ascii unitunicate, elliptical, thin-walled, with two ascospores per ascus (Figure 2a). Ascospores dark brown, narrowly elliptical, obtuse, 4-septate (rarely with 2-3 septate), constricted, measuring (39) 39.5-42.5 (44) × (14) 14.6 × 16.0 (18) µm (Figure 2b-c).

Examined specimens

BAHIA: Vitória da Conquista, Campus da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (), em folhas de *Duranta repens* 10/02/2023, N.L.S. Mesquita and A. Santos, HUESBV 10097.

Comments

The species was identified based on morphology and measurements of the fungus in comparison with the description of Hansford (1961). The fungus has been reported in Brazil on *D. erecta* in the states of Minas Gerais and São Paulo (Pereira et al., 2006), in Colombia, Mexico, and Venezuela (Hansford, 1961), and also reported for *D. mutisii* L.F. in Venezuela (GBIF, 2023).

Acknowledgments

To the Bahia State Research Support Foundation (FAPESB) for granting scholarships to the first author.

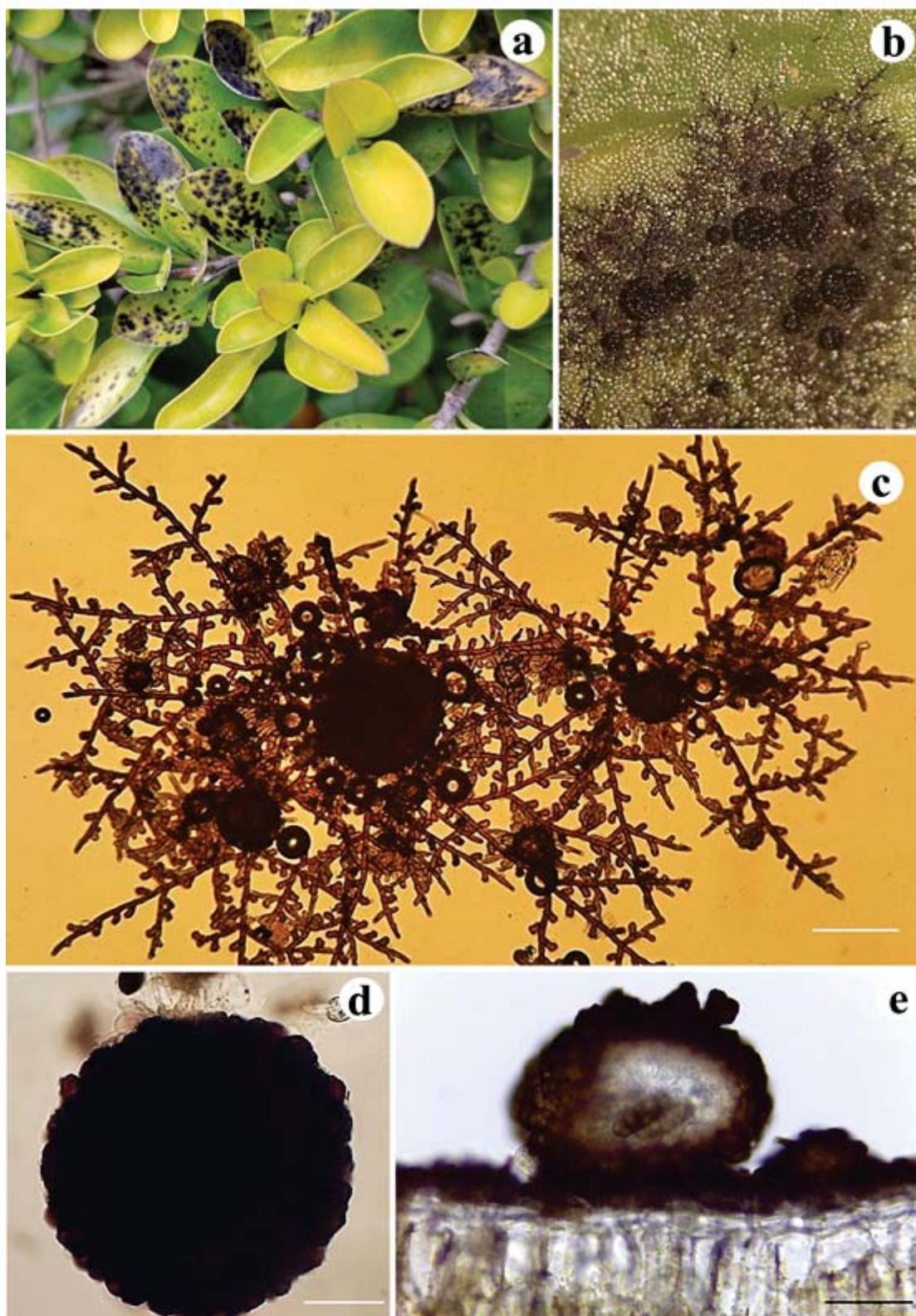


Figure 1. Signs of the fungus on leaves of *Duranta erecta* (a), fungal colony (b), colony showing perithecia and mycelium (c), perithecium seen from above (d), cross section of perithecium showing hymenium (e). Scales: 50µm.

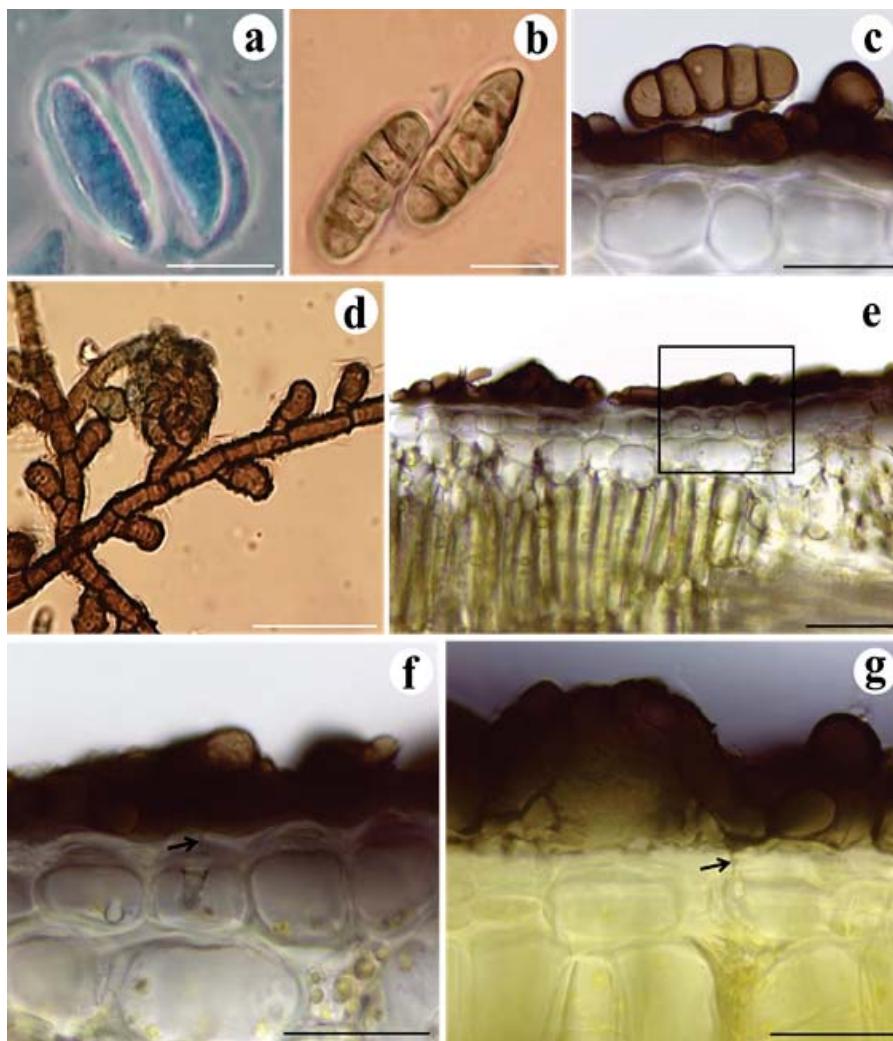


Figure 2. Ascii with two immature ascospores (a), two immature ascospores (b), cross section of leaf showing epidermal of cells and superficial mycelium with one ascospore above (c), branched hypha with lateral alternate hypopodia and perithecial primordium (d), cross section of leaf showing epidermal of cells and superficial mycelium (e), penetration peg (isthmus) from mycelium (f, g). Figure f corresponds to the rectangle marked in e. Scales: 20 µm (a, b), 25 µm (c, f, g), 50 µm (d, e).

Literature Cited

- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP-APG. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181(1): 1-20.
- GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY - GBIF. Disponível em <https://www.gbif.org/pt/species/3523105>. Acesso em: 04 de outubro de 2023.
- HANSFORD, C. G. 1961. The Meliolineae – a monograph. *Beihefte Sydowia* (2): 1–806.
- HONGSANAN, S. et al. 2015. *Meliolales*. Fungal Diversity 74: 91-141.
- LEITÃO, C. A. E. 2016. Na alternative stage micrometer for use at light microscope. *Perspectivas da Ciência e Tecnologia* 8(2): 58-61.
- MORONI, P.; O'LEARY, N. 2020 Insights into the Systematics of Tribe Duranteae (Verbenaceae) II: A Taxonomic Revision of the New World Genus *Duranta*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 105: 502-577.
- MORONI, P. 2023. *Duranta* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15139>>. Accessed on: 04 Oct. 2023.
- MORONI, P.; SALOMÓN, L.; O'LEARYN, N. 2018. A framework for untangling Linnaean names based on Plumier's *Nova plantarum americanarum genera*: Revised typification of *Duranta erecta*. *Taxon* 67 (6):1202-1208.
- PEREIRA, O. L.; SOARES, D. J.; BARRETO, R. W. 2006. First report of *Asteridiella pittieri* on golden dewdrop (*Duranta repens* var. *aurea*) in Brazil. *Australasian Plant Disease Notes* 1(1): 17-18.
- *WFO 2023. *Duranta erecta* L. Disponível em: <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000946828>. Acesso em: 04 de outubro de 2023.

NOTA CIENTÍFICA

***Chrysophyllum cainito* L. (SAPOTACEAE): NOVO HOSPEDEIRO DA MOSCA-DA-CARAMBOLA NO BRASIL**

José Victor Torres Alves Costa¹, Maria do Socorro Miranda de Sousa², Miguel Francisco de Souza-Filho³, Ricardo Adaime^{4*}

¹Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Macapá, Amapá,
jose.torres@agro.gov.br;

²Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical, Macapá, Amapá,
socorro-ap@hotmail.com;

³Instituto Biológico, Centro Avançado de Pesquisa em Proteção de Plantas e Saúde Animal, Campinas, São Paulo, Brasil,
miguel.souza@sp.gov.br;

⁴Embrapa Amapá, Macapá, Amapá, Brasil, ricardo.adaima@embrapa.br.

*Autor para correspondência: ricardo.adaima@embrapa.br

Frutos de *Chrysophyllum cainito* L., Sapotaceae, são registrados pela primeira vez como hospedeiros da mosca-da-carambola [*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994 (Diptera: Tephritidae)] no Brasil, a partir de material coletado no Distrito de Fazendinha, em Macapá, Amapá. Espécimes de *Anastrepha serpentina* (Wiedemann, 1830) também foram obtidos.

Palavras-chave: *Bactrocera carambolae*, praga quarentenária, moscas-das-frutas, Amazônia.

***Chrysophyllum cainito* L. (Sapotaceae): new host of the carambola fruit fly in Brazil.** *Chrysophyllum cainito* L., Sapotaceae, is recorded for the first time as host of the carambola fruit fly [*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994 (Diptera: Tephritidae)] in Brazil, from material collected in the Fazendinha District, in Macapá, Amapá. Specimens of *Anastrepha serpentina* (Wiedemann, 1830) were also obtained.

Key words: *Bactrocera carambolae*, quarantine pest, fruit flies, Amazon.

Bactrocera carambolae Drew & Hancock, 1994 (Diptera: Tephritidae), a mosca-da-carambola, é uma praga quarentenária presente no Brasil, com ocorrência restrita aos estados do Amapá, Pará e Roraima, sob controle oficial do Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2018). Trata-se de uma praga de grande expressão econômica para países exportadores de frutas, principalmente no que concerne a restrições quarentenárias impostas por países importadores que não possuem a praga em seus territórios (Silva et al., 2005).

Considerando que se trata de uma espécie polífaga, atualmente associada a 29 espécies de plantas hospedeiras no Brasil (Adaime et al., 2023; Costa et al., 2023), o conhecimento de sua gama de frutos hospedeiros é crucial para o sucesso das técnicas de controle aplicadas pelas autoridades de defesa fitossanitária (Jesus-Barros, Cruz e Adaime, 2015). Neste contexto, durante amostragem de frutos potencialmente hospedeiros de moscas-das-frutas, no distrito de Fazendinha, município de Macapá, Amapá, foram coletadas quatro amostras de *Chrysophyllum cainito* L. (Sapotaceae), conhecida como abiu-roxo, totalizando 305 frutos e 26,31 kg (Tabela 1).

Os frutos foram coletados diretamente das plantas ou quando recém-caídos ao solo. Na mesma propriedade, havia um pequeno pomar doméstico com outras frutíferas como goiabeira (*Psidium guajava* L.) e mangueira (*Mangifera indica* L.). As amostras coletadas foram acondicionadas em bandejas de plástico e transportadas até o Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá, em Macapá. No laboratório, seguimos os procedimentos recomendados por Silva et al. (2011) para amostras de frutos agrupados. O material coletado foi examinado a cada três dias e os pupários encontrados foram removidos

e transferidos para recipientes de plástico contendo uma fina camada de vermiculita umedecida. Os recipientes foram cobertos com organza e tampa vazada, sendo inspecionados diariamente. A umidade nas bandejas e nos recipientes foi mantida pela reposição da água. Os adultos de moscas-das-frutas que emergiram foram armazenados em frascos de vidro contendo etanol 70% para posterior identificação. A identificação de *B. carambolae* foi baseada em Plant Health Australia (2018) e os espécimes de *Anastrepha* foram identificados usando a chave de identificação ilustrada de Zucchi et al. (2011).

Foram obtidos 34 pupários de moscas-das-frutas, dos quais emergiram três espécimes de *B. carambolae* (2 fêmeas e 1 macho) e cinco de *Anastrepha serpentina* (Wiedemann, 1830) (2 fêmeas e 3 machos) (Tabela 1). Todas as amostras apresentaram infestação, variando de 0,26 a 2,76 pupários/kg.

Chrysophyllum cainito (Figuras 1A e 1B) é uma espécie da família Sapotaceae, não endêmica para o Brasil. É originária das Antilhas e América Central, onde o interesse por esta cultura é recente, existindo algumas plantações comerciais pequenas e isoladas. No estado do Amapá, são encontrados poucos indivíduos desta espécie em áreas já alteradas pela atividade humana (Carneiro et al., 2015).

No Brasil, *C. cainito* é hospedeiro registrado de três espécies de moscas-das-frutas: *Anastrepha leptozona* Hendel, 1914, *A. serpentina* e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Zucchi & Moraes, 2023a, b). Portanto, trata-se do primeiro relato de *B. carambolae* em *C. cainito* (abiu-roxo) para o Brasil.

Destaca-se que já existem relatos desta associação no Suriname (van Sauers-Muller, 1991, 2005), na Guiana Francesa (Vayssières et al., 2013) e na região

Tabela 1. Espécies de moscas-das-frutas obtidas de frutos de *Chrysophyllum cainito* L. no Distrito de Fazendinha, Macapá, Amapá, Brasil (agosto de 2022)

| Amostras | Frutos (n) | Datas de coleta | Coordenadas geográficas | | Massa (kg) | Pupários (n) | <i>Bactrocera carambolae</i> | | <i>Anastrepha serpentina</i> | | Infestação PP/kg | Emergência (%) |
|----------|------------|-----------------|-------------------------|-----------|------------|--------------|------------------------------|---|------------------------------|---|------------------|----------------|
| | | | Latitude | Longitude | | | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | | |
| 1 | 51 | 26/08/2022 | -0,0342 | -51,1103 | 3,77 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1,33 | 40,00 |
| 2 | 41 | 26/08/2022 | -0,0340 | -51,1105 | 3,86 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,26 | 100,00 |
| 3 | 92 | 30/08/2022 | -0,0342 | -51,1103 | 6,89 | 19 | 0 | 0 | 2 | 3 | 2,76 | 26,32 |
| 4 | 121 | 30/08/2022 | -0,0340 | -51,1105 | 11,79 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,76 | 0,00 |
| Total | 305 | | | | 26,31 | 34 | 2 | 1 | 2 | 3 | | |



Figura 1. *Chrysophyllum cainito*. A) Planta adulta, B) Frutos amostrados.

Fotos: A) José Victor Torres Alves Costa, B) Adriana Bariani.

de origem da espécie, o Sudeste Asiático (Allwood et al., 1999).

No presente trabalho foi encontrado baixo nível de infestação, fato corroborado por van Sauers-Muller (1991), que identificou apenas cinco amostras, infestadas por *B. carambolae*, de um total de 29 amostras, e por van Sauers-Muller (2005), que obteve 40 espécimes da espécie de um total de 3.755 pupários recuperados. Ainda, Vayssières et al. (2013) obtiveram apenas dois espécimes machos da praga, entre 1994 e 2003 (inventário preliminar), e uma média de três espécimes adultos por quilograma de *C. cainito*, entre 2001 e 2003 (estudos posteriores).

A baixa infestação por *B. carambolae* pode ser decorrente da resistência natural que o fruto dessa espécie vegetal parece ter devido à dureza e espessura do pericarpo e, principalmente, pela presença de látex. Fato semelhante foi observado por Unahawutti et al. (2014), que sugeriram que a infestação natural de *Garcinia mangostana* L. (Clusiaceae) por *B. carambolae* só pode ocorrer se os frutos apresentarem

rachaduras físicas ou lesões mecânicas. Devido à baixa infestação dos frutos de *C. cainito* coletados, considerando que foi representativa a quantidade amostrada, é possível que a infestação natural tenha ocorrido em decorrência da existência de danos na casca, pois havia alguns frutos em estágio avançado de maturação na planta que apresentavam rachaduras no sentido vertical (direção norte-sul) (Figura 1B). Ademais, alguns frutos coletados do solo apresentavam rachaduras resultantes de sua queda. Mais estudos necessitam ser realizados para comprovar essa hipótese.

Literatura Citada

- ADAIME, R.; PEREIRA, J. D. B.; SOUSA, M. S. M.; JESUS, C. R.; SOUZA-FILHO, M. F.; ZUCCHI, R. A. 2023. Moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e parasitoides no estado do Amapá. In: Zucchi, R. A; Malavasi, A.;

- Adaime, R.; Nava, D. E. (Ed.). Moscas-das-frutas no Brasil - conhecimento básico e aplicado - Volume II. Fealq, Piracicaba, SP, pp.51-68.
- ALLWOOD, A. L. et al. 1999. Host plant records for fruit flies (Diptera: Tephritidae) in South East Asia. The Raffles Bulletin of Zoology, Supplement 7: 1-92.
- BRASIL. 2018. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 1 de outubro de 2018. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 out. 2018. Seção 1. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/43461167/do1-2018-10-02-instrucao-normativa-n-38-de-1-de-outubro-de-2018-43461024. Acesso em: 03/06/2023.
- CARNEIRO, C. E. et al. 2015. Sapotaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB87883>. Acesso em: 03/06/2023.
- COSTA, J. V. T. A.; SOUSA, M. S. M.; JESUS, C. R.; SOUZA-FILHO, M. F.; COSTA, V. A.; SILVA, B. M. S.; OLIVEIRA, J. P. M.; ADAIME, R. 2023. New findings on carambola fruit fly hosts in South America. Florida Entomologist 106: 163-174.
- JESUS-BARROS, C. R.; CRUZ, O. M.; ADAIME, R. 2015. *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae): new alternate host to carambola fruit fly in Brazil. Biota Amazônia 5:117-118.
- PLANT HEALTH AUSTRALIA. 2018. The Australian Handbook for the Identification of Fruit Flies. Version 3.1. Plant Health Australia. Canberra, ACT.
- van SAUERS-MULLER, A. 1991. An overview of the Carambola fruit fly *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae), found recently in Suriname. Florida Entomologist 74: 432-440.
- van SAUERS-MULLER, A. 2005. Host plants of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), in Suriname, South America. Neotropical Entomology 34(2): 203-214.
- SILVA, R. A. et al. 2005. Ocorrência da mosca-das-carambolas no Estado do Amapá. Revista Científica Eletrônica de Agronomia 4(7).
- SILVA, R. A. et al. 2011. Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. In: Silva, R. A.; Lemos, W. P.; Zucchi, R. A. (Eds.), Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais, Embrapa Amapá, Macapá, AP, pp.33-50.
- UNAHAWUTTI, U. et al. 2014. Nonhost status of mangosteen to *Bactrocera dorsalis* and *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) in Thailand. Journal of Economic Entomology 107(4): 1355-1361.
- VAYSSIÈRES, J. F. et al. 2013. Diversity of fruit fly (Diptera: Tephritidae) species in French Guiana: their main host plants and associated parasitoids during the period 1994-2003 and prospects for management. Fruits 68(3): 219-243.
- ZUCCHI, R. A.; URAMOTO, K.; SOUZA-FILHO, M. F. 2011. Chave ilustrada para as espécies de *Anastrepha* da região Amazônica. In: Silva, R. A.; Lemos, W. P.; Zucchi, R. A. (Eds.), Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais, Embrapa Amapá, Macapá, AP, pp.71-90.
- ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. 2023a. Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. <http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitis>.
- ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. 2023b. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>.

NOTA CIENTÍFICA

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE DNA DE FOLHAS DE CACAUERO, *Theobroma cacao L.*

*Almíro Neves dos Santos Júnior¹, Guilherme Silva Nascimento², Franco Jesus de Andrade¹,
João Pedro Alves de Almeida Takahash², Emili Rane de Jesus Nascimento²,
Karina Peres Gramacho^{1,2*}*

¹FITOMOL/CEPEC/CEPLAC, km 22, Rod. Ilhéus/Itabuna. 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil; almiro39@live.com.

²Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Rod. Ilhéus/ Itabuna, km16, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil.

*Autor para correspondência:gramachokp@hotmail.com

Existem diversos protocolos para extração de DNA vegetal que fornecem concentrações variáveis e qualidade de DNA. Testamos a eficiência de três protocolos de extração de DNA de folhas do cacauero: Kit Qiagen DNeasy® (A); Kit Promega Wizard® (B); e uma adaptação do protocolo CTAB (C). A pureza e concentração das amostras de DNA obtidas foram analisadas por espectrofotômetro. O Protocolo B forneceu maiores concentrações de DNA. Quanto à pureza, todos os protocolos foram considerados satisfatórios, sendo que o Protocolo A apresentou melhores valores. Todos os protocolos se mostraram eficientes na extração de DNA.

Palavras-chave: Ácido nucleico, biologia molecular, tecido foliar.

Comparison between different DNA extraction protocols from leaves of the cocoa tree, *Theobroma cacao L.* There are several protocols useful for plant DNA extraction that provide variable concentrations and quality of DNA. We tested the efficiency of three DNA extraction protocols from cocoa tree leaves: Kit Qiagen DNeasy® (A); Kit Promega Wizard® (B); and an adaptation of the CTAB protocol (C). The purity and concentration of the DNA samples obtained were analyzed using a spectrophotometer. Protocol B provided the highest concentrations of DNA. Regarding purity, all protocols were considered satisfactory, with Protocol A having better values. All protocols proved to be efficient for DNA extraction.

Key words: Molecular biology, nucleic acid, leaf tissue.

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é uma planta originária da América Tropical que foi domesticada há cerca de 5.300 anos e é bem adaptada às características climáticas da floresta úmida. Suas amêndoas são essenciais para a fabricação de chocolate, bebidas, cosméticos e uma variedade de produtos, impulsionando um mercado internacional que movimenta bilhões de dólares a cada ano.

Nos últimos anos, passaram a se utilizar de técnicas de melhoramento genético com o cultivo do cacaueiro, tendo como finalidade principal otimizar a eficiência e o tempo gasto em pesquisa, facilitando a seleção de genótipos promissores. A primeira etapa crucial para essas investigações consiste na extração de DNA genômico em quantidade e qualidade suficientes, possibilitando a obtenção de um melhor material amostral (WILLIAMS et al., 1990; WELSH e MCCLELLAND, 1990) para diversos tipos de estudos genéticos.

Isolar o material genético do cacaueiro é desafiador devido ao alto teor de polifenóis e à presença de mucilagens foliares, tornando o procedimento de extração de DNA complexo (COUCH e FRITZ, 1990). Portanto, é muito importante a utilização de protocolos que eliminem esses compostos interferentes para minimizar impactos negativos nos processos

subsequentes. Além disso, a preferência é por métodos que sejam eficientes, de baixo custo e rápidos, devido à necessidade de lidar com muitas amostras. O método ideal para a extração de DNA do cacau é aquele que oferece a maior quantidade e qualidade de material genético isolado, garantindo a integridade e pureza do DNA extraído.

O objetivo deste estudo foi avaliar comparativamente a eficiência de protocolos de extração de DNA de folhas de cacaueiro, incluindo abordagens caseiras e o uso de kits comerciais.

Para a extração de DNA, folhas de *Theobroma cacao* L. em estágio intermediário de maturação (Figura 1) foram coletadas em campo, desinfestadas, e, colocadas em sacos de papel etiquetados, e armazenadas em geladeira por cerca de 14 dias. No dia da extração, cerca de 1g de tecido foliar da planta foi macerado em nitrogênio líquido até formar um pó bem fino, e cerca de 200 mg de tecido foi transferido para um tubo Eppendorf de 2,0 mL, ocupando no máximo 1/5 de seu volume.

As amostras foram submetidas à extração de DNA utilizando três protocolos diferentes: dois comerciais e, para elemento comparativo, um *in house* (FALEIRO et al. 2002):

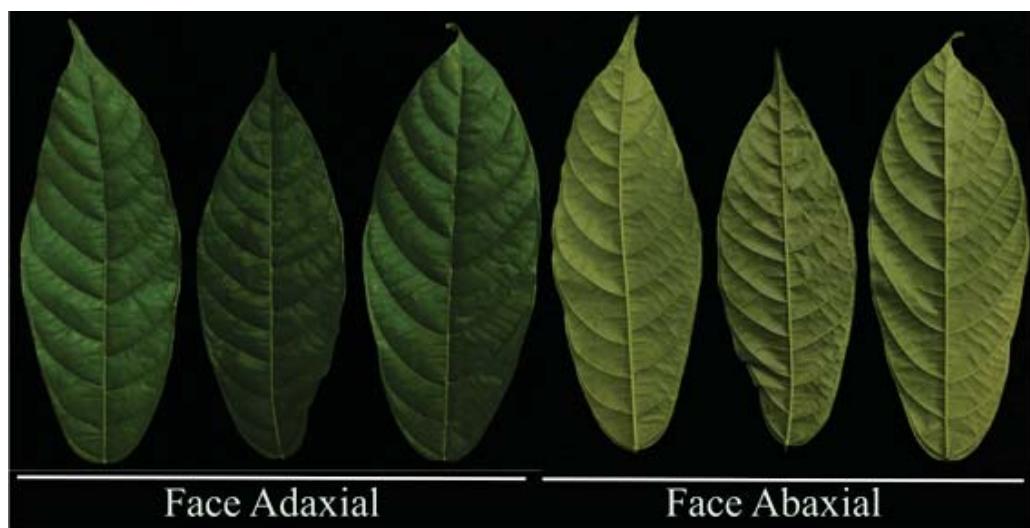


Figura 1. Folhas de cacau em crescimento, com maturação intermediária (coloração verde clara).

1 - QIAGEN (kit DNeasy Plant Mini Kit – Qiagen catalog #69106) - Esse protocolo realiza a extração de DNA e possibilita a purificação por meio de colunas de sílica;

2 - PROMEGA (Wizard® Genomic DNA Purification Kit; sessão 3. E Isolamento de DNA genômico do Tecido Vegetal) - protocolo recomendado para uma variedade de amostras,

apresenta a vantagem de obter DNA com alto peso molecular;

3 - CTAB (CTAB adaptado de Faleiro et al. 2002) - método *in house*, A extração de DNA é feita utilizando o tampão CTAB (Cetyltrimethylammonium bromide) a 2% no tampão de extração (NaCl 1,4 M; EDTA (Ethlenediaminetetraacetic acid) 20 mM; Tris-HCl pH 8,0 100 mM; PVP (polyvinylpyrrolidone) 1% e CTAB a 5% no mesmo tampão de extração e durante a segunda lavagem com clorofórmio-álcool isoamílico (24:1).

Os testes foram repetidos pelo menos três vezes no laboratório. No entanto, parte dos resultados apresentados corresponde aos dados obtidos em uma das repetições. Para as comparações, foram avaliados dados relativos à quantidade e qualidade do DNA extraído.

A quantidade do DNA foi estimada por espectrofotometria a 260nm (SAMBROOK et al., 1989). A relação A_{260}/A_{280} foi utilizada para avaliar a pureza do DNA. O DNA genômico total foi separado por eletroforese em gel de agarose 1%, corado com o GelRed® a uma concentração de 0,01 % (v/v).

A concentração média de DNA obtida com o protocolo de extração a partir dos kits comerciais foi de 28,17ng/iL (DNeasy®, Qiagen) e 293,27 ng/iL (Wizard®, Promega). Com o protocolo *in house* obteve-se concentração média de 165,67 ng/iL (Tabela 1). Os protocolos permitiram extrair aproximadamente 30 μ g de DNA para cada amostra testada, sendo esta uma quantidade mínima suficiente para realização de 2000 PCRs (FALEIRO et al. 1996).

Os níveis de pureza, representados pela razão entre as absorbâncias 260/280nm, apresentaram valores similares. Os melhores resultados foram observados para os protocolos de extração de DNA com os kits comerciais DNeasy® e Wizard® com média total de 1,74 (Tabela 1).

A integridade do DNA foi analisada pela eletroforese em gel de agarose 1% (Figura 2). Foram obtidas amostras íntegras de DNA com todos os protocolos, sendo os Protocolos B e C gerando DNAs com maiores pesos moleculares.

O resultado preliminar das análises comparativas dos três protocolos permitiu concluir que todos os métodos avaliados neste estudo são eficientes para

extração de DNA genômico de boa qualidade. Os resultados mostraram que tanto o método de extração pelo CTAB como o kit DNeasy® (Qiagen) e método Wizard® (Promega) permitiram a extração de DNA das amostras. No entanto, o protocolo de extração utilizando o kit DNeasy® demonstrou ser mais eficiente quanto ao tempo e uniformidade da qualidade do DNA extraído. Mas, comparativamente aos demais protocolos usados, este apresenta maior custo para Brasil. O kit comercial Wizard® apresentou concentração/ qualidade satisfatória e menor custo despendido, sendo acessível às diversas infraestruturas laboratoriais.

Tabela 1. Resultados obtidos a partir dos valores médios da concentração de DNA e a razão da absorbância (260/280 e 260/230) dos protocolos de extração de DNA de amostras de tecido foliar de *Theobroma cacao*

| KIT | Amostra | Concentração (ng/ μ L) | Razão 260/280 | Razão 260/230 |
|-----------------------------|--------------|----------------------------|---------------|---------------|
| DNeasy® Qiagen | F1 | 23,30 | 1,59 | 0,53 |
| | F2 | 24,90 | 1,93 | 0,51 |
| | F3 | 36,30 | 1,70 | 0,60 |
| | média | 28,17 | 1,74 | 0,55 |
| Wizard® Promega | F4 | 295,10 | 1,62 | 0,08 |
| | F5 | 256,40 | 1,73 | 0,43 |
| | F6 | 328,30 | 1,88 | 0,77 |
| | média | 293,27 | 1,74 | 0,43 |
| CTAB (<i>in house</i>) | F7 | 279,80 | 1,54 | 0,50 |
| | F8 | 105,10 | 1,56 | 0,30 |
| | F9 | 112,10 | 1,53 | 0,26 |
| | média | 165,67 | 1,54 | 0,35 |

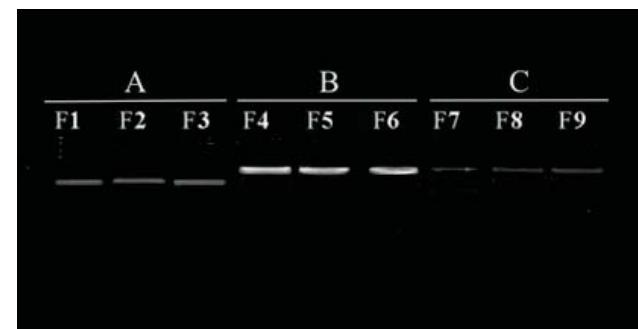


Figura 2. DNA genômico de folhas de cacau (F1-F3) obtidos com os kits comerciais DNeasy®, Qiagen(A) e Wizard®, Promega (B) e o método *in house* CTAB adaptado de Faleiro et al. 1996 (C).

Literatura Citada

- COUCH, J. A.; FRITZ, P. J. 1990. Isolation of DNA from plants high in polyphenolics. *Plant Molecular Biology Reporter* 8: 8-12.
- FALEIRO, F. G. et al. 1996. Otimização da extração de DNA de esporos de *Uromyces appendiculatus*. *Fitopatologia Brasileira* 21(2): 304-307.
- FALEIRO, F. G. et al. 2002. Otimização da extração e amplificação de DNA de *Theobroma cacao* L. visando a obtenção de marcadores RAPD. *Agrotrópica* 14.2: 31-34.
- SAMBROOK, J. et al. 1989. Molecular cloning: a laboratory manual. N° 2. Cold spring harbor laboratory press.
- WELSH, J.; MCCLELLAND, M. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acids Research* 18.24: 7213-7218.
- WILLIAMS, J.G. et al. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research* 18: 7213-7218.

●



NOTA CIENTÍFICA

IMPACTO DA INTRODUÇÃO DO ROLA-BOSTA AFRICANO, *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAЕ), EM USOS DA TERRA NA CAATINGA DO NORDESTE DA BAHIA, BRASIL

Iasmim da Silva Queiroz^{1,2}, Clemensou Reis^{2,3}, Jacques Hubert Charles Delabie^{1,2}

¹Universidade Estadual de Santa Cruz - DCB - Departamento de Ciências Biológicas

²Centro de Pesquisas do Cacau. Convênio UESC/CEPLAC. Itabuna, Bahia, Brasil

³Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16 /Salobrinho, Ilhéus, Bahia, Brasil

Os besouros rola-bosta são importantes na reciclagem de nutrientes e purificação do solo ao fracionar e enterrar fezes de mamíferos. O rola-bosta africano, *Digitonthophagus gazella* foi introduzido no Brasil para auxiliar no controle da mosca-dos-chifres. Foram comparadas populações resultantes da sua introdução em três ambientes do semiárido, sendo dois destinados à pecuária. Foram coletados 783 espécimes de Scarabaeinae, sendo 322 indivíduos de *D. gazella*. Pasto Manejado e Pasto Sujo favorecem esta espécie, enquanto que a Caatinga Arbórea conserva mais espécies nativas. Confirma-se que *D. gazella* é um importante promotor da ciclagem de nutrientes e controle biológico que beneficia a pecuária.

Palavras-chave: pecuária, serviços ecossistêmicos, semiárido, agroecologia.

Impact of the introduction of the african dung-beetle, *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), on land uses in the Caatinga of Northeast Bahia, Brazil. Dung beetles are relevant in recycling nutrients and purifying soil by breaking up and burying mammal feces. The African dung-beetle, *Digitonthophagus gazella*, was introduced in Brazil to help control the horn fly. Populations descending from their introduction in three semi-arid environments were compared, two of which used for livestock farming. 783 specimens of Scarabaeinae were collected, including 322 individuals of *D. gazella*. Managed Pasture and Dirty Pasture favor this species, while the Arborous Caatinga preserves more native species. We confirm that *D. gazella* is a prime promoter of nutrient cycling and biological control that benefits livestock farming.

Key words: livestock, ecosystem services, tropical dry forest, agroecology.

Apesar das condições peculiares de seu clima, a caatinga abriga uma rica diversidade biótica, desafiando os organismos a se adaptarem às condições do semiárido (Giulietti, 2004). Os besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) desempenham papéis vitais nesse ecossistema, uma vez que são cruciais na ciclagem de nutrientes e na bioturbação do solo, reduzindo a quantidade de esterco bovino e diminuindo a proliferação de parasitas bovinos em áreas de pecuária (Miranda et al., 2000; Nichols et al., 2008). São classificados em três grupos funcionais baseados no tipo de uso de recursos alimentares: roladores (telecopróideos), tuneleiros (paracopróideos) e residentes (endocopróideos) (Nichols et al., 2008). Sensíveis às mudanças ambientais, esses besouros podem ser utilizados como indicadores ecológicos, fornecendo informações sobre a qualidade ambiental (Barretto et al., 2023). Além disso, enriquecem o solo e reduzem a necessidade de fertilizantes, desempenhando um papel crucial na manutenção da qualidade dos solos em diversos agro-ecossistemas (Manning et al., 2016).

O besouro rola-bosta *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787), espécie paracopróideo, originário da África, foi introduzida no Brasil a partir de uma população criada nos Estados Unidos (Texas) em outubro de 1989, pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (Nascimento et al., 1990). Sua introdução tinha como objetivo fundamental realizar o controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans* Linnaeus, 1758), séria praga da pecuária brasileira (Valério & Guimarães, 1982).

Essa iniciativa contribuiu significativamente para a redução do uso de inseticidas e de liberação de gases de efeito estufa na atmosfera, pois o comportamento dos insetos de enterrar as fezes contribui ativamente para a formação de estruturas no solo que armazenam carbono. Esse processo não apenas favorece a saúde do solo, mas também desempenha um papel significativo na mitigação das emissões de gases de efeito estufa (Slade et al., 2016).

O escaravelho *D. gazella* se destaca pela sua notável produtividade, uma vez que cada fêmea é capaz de gerar até 80 descendentes por mês (Honer et al., 1992). Essa elevada taxa reprodutiva confere à população uma notável flexibilidade para se adaptar e tirar proveito das variações sazonais na oferta de recursos alimentares. Essa capacidade de ajuste é vital para a sobrevivência da espécie, permitindo que ela se adapte às condições adversas, evidenciando a complexidade das interações entre a fauna local e as variações ambientais (Koller et al., 1997). Diante disso, o presente estudo teve como objetivo comparar as populações resultantes da introdução dessa espécie exótica em dois sistemas de produção pecuária e na vegetação nativa do semiárido.

O estudo foi conduzido em Jeremoabo, Bahia, Brasil, em fevereiro de 2023, em três tipos de uso da terra: Pasto Manejado, Pasto Sujo e Caatinga Arbórea (Figura 1). Os dois tipos de pastos destinam-se à pecuária. O Pasto Manejado, de cerca 5 ha, é dominado por capim exótico (*Panicum maximum*), com escassa presença de árvores e herbáceas nativas. O Pasto Sujo, de cerca 15 ha, apresenta uma mescla



Figura 1. Ambientes amostrados: (a) Pasto Manejado; (b) Pasto Sujo; (c) Caatinga Arbórea. Jeremoabo, Bahia.

de plantas onde predominam *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp., assim como o arbusto *Croton heliotropifolius*. A vegetação de Caatinga nativa apresenta uma estrutura arbórea, com árvores majestosas de diversas espécies, algumas raras e ameaçadas, que podem atingir até 12 metros de altura.

Em cada uma das áreas, foram utilizadas 12 armadilhas de queda do tipo pitfall com 1 litro de capacidade e iscadas. A composição das iscas incluiu quatro tipos de atrativos: fígado decomposto (100g por isca), banana em estado de decomposição (100g), fezes de vaca (250g), e fezes de suíno (100g). O material biológico foi recolhido depois de 24 horas. Depois da lavagem e fixação em álcool 70%, os insetos foram levados no Laboratório de Mirmecologia do CEPEC para morfotipagem e identificação. Todos os representantes da ordem Coleoptera foram contabilizados e os da família Scarabaeidae foram estudados mais detalhadamente. Os indivíduos de cada morfoespécie foram contados e os dados foram tabelados com auxílio do software Excel. Para o presente estudo, só foram analisadas as informações relativas ao rola-bosta africano *D. gazella*. Posteriormente, os espécimes foram depositados na Coleção de entomofauna Gregorio Bondar do CEPEC. A pesquisa possui licença de coleta número: 77903-1 do SISBIO.

As amostras coletadas totalizaram 1.938 indivíduos de Coleoptera (Tabela 1). Entre estes, 783 indivíduos pertenciam à família Scarabaeidae - rola-bosta. Foram identificados 11 gêneros de rola-bosta a partir de seus caracteres morfológicos (Figura 2).

Tabela 1. Média e desvio padrão do número de indivíduos da ordem Coleoptera capturados nas armadilhas de queda (pitfall) utilizando quatro tipos de isca em três usos da terra em Jeremoabo, BA; fevereiro de 2023

| Isca | Pasto Manejado | | Pasto Sujo | | Caatinga Arbórea | |
|------------------------|----------------|---------------|------------|---------------|------------------|---------------|
| | Média | Desvio padrão | Média | Desvio padrão | Média | Desvio padrão |
| Banana em decomposição | 55,3 | ± 12,4 | 33,6 | ± 2,5 | 6 | ± 2,8 |
| Fezes de porco | 278,6 | ± 322,7 | 59,3 | ± 6,1 | 67,6 | ± 22,6 |
| Fezes de vaca | 70,3 | ± 8,5 | 59,6 | ± 25,2 | 44,6 | ± 26,0 |
| Fígado em decomposição | 4,6 | ± 1,9 | NA* | NA* | 0,6 | ± 0,5 |

* As amostras iscadas com fígado em decomposição instaladas no Pasto Sujo foram danificadas por animais e, por isso, não houve insetos associados a esse quesito



Figura 2. Habitus da espécie exótica *Digitonthophagus gazella*: fêmea (esquerda – vistas lateral e dorsal); macho (direita, vistas lateral e dorsal). Escala: 5mm.

A abundância da espécie exótica, *D. gazella*, está apresentada na Tabela 2, assim como as informações relativas às outras espécies de rola-bosta nativas (não discriminadas) e de outros besouros (nativos também).

As iscas com fezes de porco e de vaca são mais atrativas para os besouros rola-bosta do que banana e fígado em decomposição (Figura 3). Nos pontos amostrais, as médias mais elevadas de indivíduos capturados e desvios-padrão médios indicam uma maior consistência nas preferências dos besouros por esses tipos de recursos (Tabela 1). A falta de capturas de rolas-bosta em relação à banana em decomposição e ao fígado em decomposição sugere que esses recursos não são atrativos para estes besouros nas condições testadas. No entanto, eles podem ser influenciados por diversos fatores, tais como a disponibilidade de recursos, sazonalidade e outros elementos ambientais. Isso sugere uma forte competição entre a espécie exótica com as espécies nativas, dado ao comportamento coprófago compartilhado por todas elas.

Desta forma, as áreas como Pastro Manejado e Pastro Sujo têm um impacto direto na riqueza e abundância dos rola-bosta nativos assim como da espécie exótica, devido à antropização do ambiente para formar as pastagens. Todos

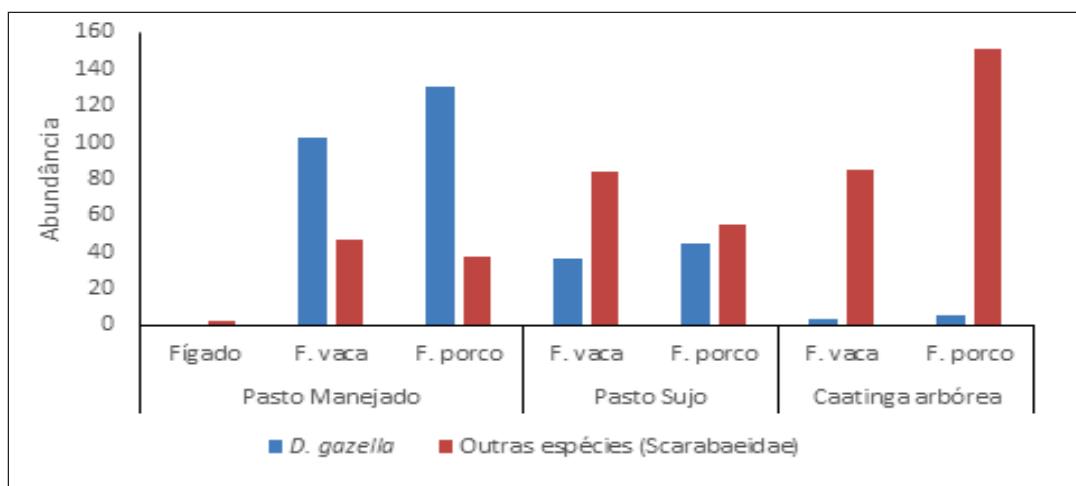


Figura 3. Abundância de *Digitonthophagus gazella* em relação às demais espécies de rolas-bosta nos ambientes de coleta. Jeremoabo, Bahia, fevereiro de 2023.

são especializados na dieta coprófaga, mas *D. gazella*, em particular, parece estar bem adaptada a ambientes abertos e secos, com um aumento de população nítido em Pasto Manejado. Por sua vez, a Caatinga Arbórea abriga uma maior diversidade local de rola-bosta (Scarabaeidae), fato parcialmente compartilhado com o Pasto Sujo que conta com recolonização parcial da vegetação nativa. Isso sugere que ambientes alterados são facilitadores da abundância de *D. gazella* enquanto se tornam menos frequentes em ambientes em processo de regeneração ou conservados.

Agradecimentos

Essa pesquisa recebeu o suporte financeiro da Fundação Rufford (Rufford Small Grant, 36296-1). I.S.Q. agradece ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica; a João Pedro Andrade Souza pelo auxílio durante a coleta no campo. C.R. à CAPES pela sua bolsa de Doutorado. J.H.C.D. à bolsa de pesquisa do CNPq.

Literatura Citada

- BARRETO, J. W. et al. 2023. Population and movement ecology of two life history contrasting dung beetle species in a tropical human modified landscape. Ecological Entomology p?
- GIULIETTI, A. M. et al. 2004. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. Biodiversidade da Caatinga: Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação.

HONER, M. R.; BIANCHIN, I.; GOMES, A. 1992. Com besouro africano, controle rápido e eficiente. Sociedade Nacional de Agricultura (Rio de Janeiro, RJ). Manual de controle biológico. Rio de Janeiro, ANDINA/SONDOTÉCNICA. pp.19-20,

KOLLER, W. W. et al. 1997. Ocorrência e sazonalidade de besouros copro/necrófagos (Coleoptera; Scarabaeidae), em massas fecais de bovinos, na região de Cerrados do Mato Grosso do Sul. Embrapa Gado de Corte 48:1-5,

MANNING, P. et al. 2016. Functionally rich dung beetle assemblages are required to provide multiple ecosystem services. Agriculture, Ecosystems & Environment 218: 87-94,

MIRANDA, C. H. B.; SANTOS, J. C.; BIANCHIN, I. 2000. The role of *Digitonthophagus gazella* in pasture cleaning and production as a result of burial of cattle dung. Pasturas Tropicales 22(1): 14-18.

NASCIMENTO, Y.A.; BIANCHIN, I.; HONER, M. R. 1990. Instruções para a criação do besouro africano *Onthophagus gazella* em laboratório. Comunicado técnico, n. 33. Embrapa Campo Grande. pp.1-5.

NICHOLS, E. et al. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. Biological conservation 141(6):1461-1474.

SLADE E.M. et al. 2016. The role of dung beetles in reducing greenhouse gas emissions from cattle farming. Scientific reports 6(1):18140.

VALÉRIO, J. R.; GUIMARÃES, J. H. 1982. Sobre a ocorrência de uma nova praga, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera, Muscidae), no Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, v. 1, p. 417-418.



NOTA CIENTÍFICA

DIVERSIDADE DAS FORMIGAS PREDADORAS DO GÊNERO *Strumigenys* Smith, 1860 (FORMICIDAE, MYRMICINAE) NAS ÁREAS EXPERIMENTAIS DO CENTRO DE PESQUISA DO CACAU, CEPLAC, EM ILHÉUS, BAHIA

*Marcelo Pauletti Filho¹, Esperidião Alves dos Santos-Neto^{2,3},
Jacques Hubert Charles Delabie^{2,3}*

¹Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Biológicas, Bacharelando em Ciências Biológicas, Ilhéus, Bahia, Brasil. mpauletti.bbi@uesc.br.

²Universidade Estadual de Santa Cruz, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Ilhéus, Bahia, Brasil.
esperidiaoasneto@gmail.com, jacques.delabie@agro.gov.br.

³Centro de Pesquisas do Cacau CEPEC-CEPLAC, Laboratório de Mirmecologia, Ilhéus, Bahia, Brasil.

Strumigenys é um gênero hiperdiverso de formigas com 40 espécies no estado da Bahia. Estas formigas são predadoras que vivem na serrapilheira com estratégias de caça ativa ou passiva. São muito comuns no ambiente cacaueiro assim como suas presas principais, os colêmbolos. Foram estudados aproximadamente 1.500 espécimes de *Strumigenys* coletados nas áreas experimentais da CEPLAC, em Ilhéus, Bahia. Vinte e seis espécies foram encontradas, evidenciando a elevada diversidade desse grupo na região. *Strumigenys* tem um papel crucial no controle de invertebrados da serrapilheira, contribuindo para a ciclagem de nutrientes no solo, além de ser um ótimo indicador biológico da qualidade do ambiente.

Palavras-chave: Mata Atlântica, coleção biológica, serrapilheira.

Diversity of predatory ants of the genus *Strumigenys* Smith, 1860 (Formicidae, Myrmicinae) in the experimental areas of the Cocoa Research Center, CEPLAC, at Ilhéus, Bahia. *Strumigenys* is a hyperdiverse genus of ants with 40 species in Bahia. These ants are predators that live in leaf litter with active or passive hunting strategies. They are common in the cocoa environment, as are their main prey, springtails. Approximately 1,500 *Strumigenys* specimens collected in CEPLAC experimental areas at Ilhéus, Bahia, were studied. Twenty-six species occur, highlighting the high diversity of this group in the region. *Strumigenys* plays a crucial role in the control of litter invertebrates, contributing to the cycling of nutrients in the soil, in addition to being an excellent biological indicator of the quality of the environment.

Key words: Brazilian Atlantic rain forest, biological collection, leaf litter.

O gênero de formigas *Strumigenys* Smith, 1860 (Formicidae, Myrmicinae) é hiperdiverso e inclui 860 espécies distribuídas majoritariamente nas regiões tropicais e subtropicais do planeta (Antcat, 2023). Na Região Neotropical, são conhecidas 212 espécies de *Strumigenys*, sendo 40 no Estado da Bahia (AntWiki, 2023). Essas formigas apresentam grande diversidade morfológica, com mandíbulas extremamente especializadas, corpo pequeno, variando de 1 a 4 mm, e um tecido espongiforme caraterístico na região do pecíolo e no início do gáster (Bolton, 2000). Elas são predadoras que forrageiam na superfície do solo e abundantes em regiões de florestas úmidas (Brown, 1953), mas também elas podem ser encontradas em áreas secas ou urbanizadas. Ocasionalmente essas formigas podem ser encontradas nos solos suspensos na base de epífitas como as Bromeliaceae (DaRocha et al., 2015). Suas mandíbulas são especializadas na predação de pequenos invertebrados, principalmente colêmbolos que, por sua vez, são os invertebrados mais abundantes da serrapilheira (Brown & Wilson 1959, Dejean 1987; Gronenberg, 1996). A morfologia da mandíbula de formigas *Strumigenys* é indicadora de sua estratégia de caça. Enquanto algumas espécies caçam ativamente (Figura 1), outras “sentam e esperam” passivamente com suas mandíbulas armadilha (Gronenberg, 1996) (Figura 2). As mandíbulas destas formigas podem ser caracterizadas em curtas e longas. As espécies de mandíbulas curtas exercem caça ativa



Figura 1. Operária de *Strumigenys urrhobia* Bolton, 2000 caçando ativamente com o auxílio de suas mandíbulas curtas (Foto: Esperidião Alves dos Santos-Neto).



Figura 2. Operária de *Strumigenys smithii* Forel, 1886 predando um colêmbolo com o auxílio de suas mandíbulas armadilha de caça passiva. (Foto: Esperidião A. dos Santos-Neto).

ou passiva, enquanto as espécies com mandíbulas longas com dentes em sua extremidade praticam uma caça passiva (Booher, 2021).

Esse grupo de formigas é comum na região cacaueira do Sul da Bahia, apesar de ainda ser incipientemente conhecido, sobretudo em razão de seu pequeno tamanho e de seu cripticismo. As *Strumigenys* são organismos abundantes na serapilheira dos cacauais devido à disponibilidade e abundância de suas presas favoritas, os colêmbolos, nesse ambiente. Além disso, essas formigas, e diversas outras espécies que vivem no mesmo ambiente, desempenham um papel crucial no controle populacional dos invertebrados que vivem na serapilheira, contribuindo com a ciclagem de nutrientes no solo (Delabie et al., 2018). Foi estudada a diversidade de formigas desse gênero nas áreas experimentais do CEPEC (principalmente cacauais).

Estudamos todo o material biológico disponível de *Strumigenys* do acervo científico da Coleção de Formigas do Centro de Pesquisas do Cacau (Delabie et al., 2020) e que foi coletado nas áreas experimentais da sede do Centro de Pesquisas do Cacau - CEPLAC, em Ilhéus, Bahia. Organizamos uma tabela Excel com esses dados, incluindo nomes de coletores, tipo e data de coleta e identificação.

Um total de 582 amostras (alfinetes entomológicos, cada um com um a quatro espécimes, o que constitui um universo amostral de cerca de 1.500 indivíduos) de *Strumigenys* provenientes das áreas experimentais da Sede Regional da CEPLAC em Ilhéus, Bahia, foi

analisado. Estas formigas foram coletadas a partir de 1990, sobretudo após 1995 (Figura 3) quando foi introduzida a armadilha de Winkler, extremamente bem adaptada a capturar os pequenos artrópodes que vivem na serapilheira (Agosti et al., 2000). Depois do ano 2000, houve diminuição no ritmo de amostragem destas formigas nas áreas experimentais da CEPLAC, com curta recrudescência no período de 2015 a 2017 (Figura 3).

Foram encontradas 26 espécies do gênero (Tabela 1). As espécies mais frequentes foram *S. subedentata* (n=21), *S. denticulata* (n=13,9) e *S. elongata* (n=10,3), cada uma representando mais de 10% das amostras (Tabela 1, Figura 4). Foram também coletadas duas espécies exóticas, *S. emmae* e *S. rogeri*. Além disso, foi encontrada uma espécie nova do gênero, que está em processo de descrição.

As 26 espécies encontradas nas áreas experimentais da Sede Regional da CEPLAC (Tabela 1) correspondem a 65% das espécies de *Strumigenys* conhecidas da Bahia, o que evidencia uma alta taxa de diversidade desse grupo de formigas nesta localidade, uma vez que sua superfície (aproximadamente 780 hectares) representa apenas 0,0016% do território da Bahia. No entanto, esses dados sugerem sobretudo que o estado da Bahia está incipientemente amostrado no que diz respeito a este grupo de formigas.

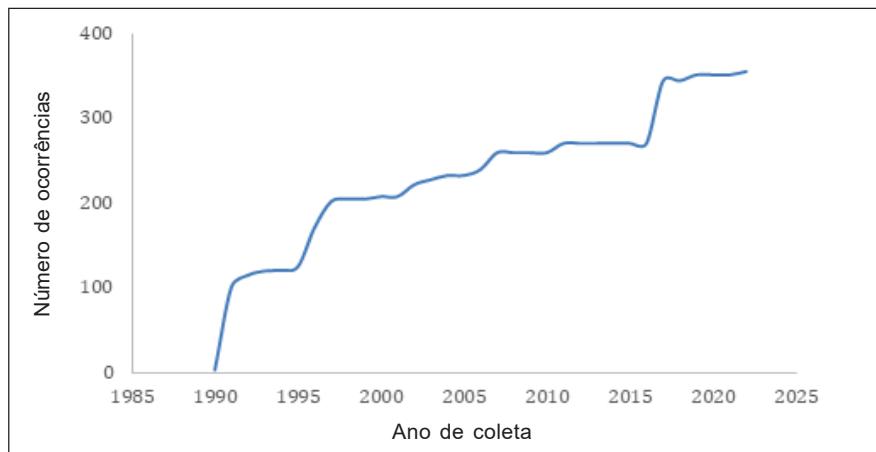


Figura 3 – Coletas de espécimes de *Strumigenys* spp. nas Áreas Experimentais da Sede Regional da CEPLAC em Ilhéus, Bahia, entre 1990 e 2023.

Tabela 1 – Espécies de *Strumigenys* Smith, 1860 coletadas nas áreas experimentais da Sede Regional da CEPLAC, Ilhéus, Bahia

| Espécies | Tipo de mandíbula | Nº de amostras na Coleção | Porc. (%) na amostragem |
|--|-------------------|---------------------------|-------------------------|
| <i>Strumigenys alberti</i> Forel, 1893 | Curta | 43 | 7,4 |
| <i>Strumigenys appretiata</i> (Borgmeier, 1954) | Curta | 2 | 0,3 |
| <i>Strumigenys borgmeieri</i> Brown, 1954 | Longa | 24 | 4,1 |
| <i>Strumigenys carinithorax</i> Borgmeier, 1934 | Longa | 3 | 0,5 |
| <i>Strumigenys cordovensis</i> Mayr, 1887 | Longa | 51 | 8,8 |
| <i>Strumigenys crassicornis</i> Mayr, 1887 | Longa | 27 | 4,6 |
| <i>Strumigenys denticulata</i> Mayr, 1887 | Longa | 81 | 13,9 |
| <i>Strumigenys eggersi</i> Emery, 1890 | Longa | 23 | 4,0 |
| <i>Strumigenys elongata</i> Roger, 1863 | Longa | 60 | 10,3 |
| <i>Strumigenys emiliae</i> Forel, 1907 | Curta | 7 | 1,2 |
| <i>Strumigenys emmae</i> (Emery, 1890)* | Curta | 2 | 0,3 |
| <i>Strumigenys epelys</i> Bolton, 2000 | Longa | 3 | 0,5 |
| <i>Strumigenys epinotalis</i> Weber, 1934 | Curta | 2 | 0,3 |
| <i>Strumigenys fridericimuelleri</i> Forel, 1886 | Curta | 1 | 0,2 |
| <i>Strumigenys furtiva</i> (Bolton, 2000) | Curta | 1 | 0,2 |
| <i>Strumigenys godmani</i> Forel, 1899 | Longa | 7 | 1,2 |
| <i>Strumigenys louisianae</i> Roger, 1863 | Longa | 16 | 2,7 |
| <i>Strumigenys metrix</i> (Bolton, 2000) | Curta | 2 | 0,3 |
| <i>Strumigenys precava</i> Brown, 1954 | Longa | 27 | 4,6 |
| <i>Strumigenys rogeri</i> Emery, 1890* | Longa | 8 | 1,4 |
| <i>Strumigenys silvestrii</i> Emery, 1906 | Longa | 1 | 0,2 |
| <i>Strumigenys smithii</i> Forel, 1886 | Longa | 11 | 1,9 |
| <i>Strumigenys CPDC-31</i> sp.n. | Longa | 1 | 0,2 |
| <i>Strumigenys subedentata</i> Mayr, 1887 | Longa | 122 | 21,0 |
| <i>Strumigenys teratrix</i> (Bolton, 2000) | Curta | 5 | 0,9 |
| <i>Strumigenys urrhobia</i> (Bolton, 2000) | Curta | 33 | 5,7 |
| <i>Strumigenys villiersi</i> (Perrault, 1986) | Curta | 19 | 3,3 |
| Total | - | 582 | 100,0 |

*espécies exóticas.

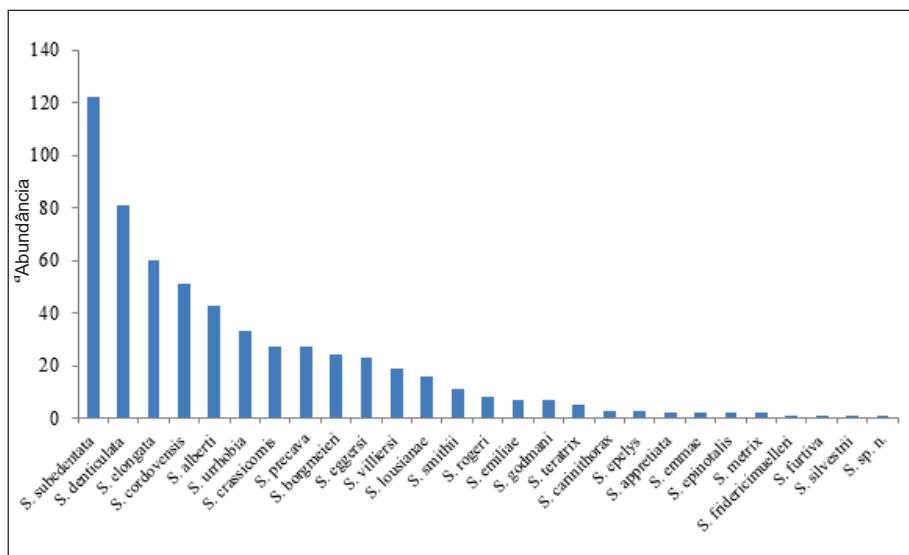


Figura 4 – Distribuição das espécies de *Strumigenys* que vivem nas Áreas Experimentais do CEPEC seguindo um modelo “rank-abundance”.

As formigas do gênero *Strumigenys* desempenham diversos papéis importantes dentro do ecossistema em que habitam, participando ativamente do controle de invertebrados que vivem na serrapilheira cacauíra, através de sua atividade de predadores de primeiro escalão na pirâmide trófica da fauna de cacauais. Seu papel é de suma importância na regulagem das populações desses insetos e, por isso, os mantém a um nível relativamente constante e baixo. Ainda assim contribuem para a ciclagem de nutrientes do solo, além de atuarem como indicadores biológicos, pois sua presença e elevada diversidade no ecossistema caracterizam a abundância de recursos disponíveis e a manutenção de elevada biodiversidade no ambiente cacauíero.

Agradecimentos

M.P.F. agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa de Iniciação Científica. E.A.S.N. agradece a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia pela sua bolsa de Doutorado. J.H.C.D. agradece sua bolsa de pesquisa do CNPq.

Literatura Citada

AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; TENNANT DE ALONSO, L. 2000. Ants: Standard Methods for Measuring and

Monitoring Biodiversity, Smithsonian Institution, Washington, USA, 280p.

Antcat, 2023. Disponível em <https://antcat.org/catalog/429559>. Acessado em 07 de novembro de 2023.

AntWiki, 2023. Disponível em [https://antwiki.org/wiki/Welcome_to_AntWiki](https://antwiki.org/wiki>Welcome_to_AntWiki). Acessado em 07 de novembro de 2023.

BOOHER, D. B.; GIBSON J. C.; LIU C. et al. 2021. Functional innovation promotes diversification of form in the evolution of an ultrafast trap-jaw mechanism in ants. PLoS Biology 19(3): e3001031.

BOLTON, B. 2000. The ant tribe Dacetini. Memoirs of the American Entomological Institute 65: 1028 pp.

BROWN, W.L.. Jr.; WILSON E.O. 1959. The evolution of the dacetine ants. Quarterly Reviews in Biology 34: 278-294.

BROWN, W.L., Jr. 1953. Revisionary studies in the ant tribe Dacetini. American Midland Naturalist 50: 1-137.

DaROCHA W.D.; RIBEIRO, S.P.; NEVES, F.S. et al. 2015. How does bromeliad distribution structure the arboreal ant assemblage (Hymenoptera: Formicidae) on a single tree in a Brazilian Atlantic forest agroecosystem? Myrmecological News 21: 83-92.

DEJEAN, A. 1987. Étude du comportement de préation dans le genre *Strumigenys* Formicidae: Myrmicinae). Insectes Sociaux 33: 388-405.

DELABIE, J.H.C.; ANDRADE, A.; SILVA, A.P. S. et al. 2018. Fauna fossória e da serrapilheira associada ao cultivo do cacauíero no Sudeste da Bahia. pp. 255-304. In: J.O. SOUZA Jr. (Org.), Cacau: Cultivo, Pesquisa e Inovação. Editus, Ilhéus - BA, Brasil. 558p.

DELABIE, J.H.C.; SANTOS-NETO, E.A.; OLIVEIRA, M.L. et al. 2020. A Coleção de Formicidae do Centro de Pesquisas do Cacau (CPDC), Ilhéus, Bahia, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, Belém 15 (1): 289-305.

GRONENBERG, W. 1996. The trap-jaw mechanism in the dacetine ants *Dacetum armigerum* and *Strumigenys* sp. Journal of Experimental Biology 199: 2021-2033.



NOTA CIENTÍFICA

ANÁLISES *IN SILICO* EMPREGADAS NO DESENHO DE INICIADORES ESPÉCIE-ESPECÍFICOS VISANDO UM DIAGNÓSTICO MOLECULAR DE FITOPATÓGENOS

**Bruna da Silva Gomes¹, Vanessa Santana Diorato², Sara Pereira Menezes Reis²,
Karina Peres Gramacho²**

¹Programa PIBIC-CNPq na Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Km 22 rodovia Ilhéus - Itabuna, BA, Brasil - Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Km 16 - Salobrinho, Ilhéus - BA, 45662-900.

²CEPLAC/CEPEC/Seção de Fitossanidade/ Laboratório de Fitopatologia Molecular- FITOMOL; Km 22 Rod. Ilhéus-Itabuna- Ilhéus, BA; brudsgomes@gmail.com

*Autor para correspondência: gramachokp@hotmail.com

O diagnóstico molecular tem viabilizado a detecção antecipada de fitopatógenos. Isso tem permitido o estabelecimento de medidas de mitigação e monitoramento para evitar a transmissão das pragas agrícolas, evitando perdas significativas na produção agrícola. O desafio da técnica é a obtenção de iniciadores espécie-específicos, um processo detalhado que envolve várias etapas. Nesta compilação foram reunidos em um único lugar os critérios de obtenção e análises *in silico* necessárias à obtenção de iniciadores espécie-específicos na PCR visando a detecção precisa da espécie alvo, minimizando falsos positivos e falsos negativos.

Palavras-chave: Bioinformática, detecção precoce, detecção de patógenos, fitopatógenos.

In silico analyses and the design of species-specific primers for plant pathogen molecular diagnosis. The molecular diagnosis has enabled the early detection of phytopathogens. That has allowed the establishment of mitigation and risk measures, avoiding significant losses in agricultural production. The technique's challenge is obtaining species-specific primers, a detailed process involving several steps. This work gathered the criteria for obtaining and *in silico* analyses necessary to get species-specific primers in one place. Using species-specific primers in PCR allows accurate detection of the target species, minimizing false positives and negatives. Therefore, It contributes to preventing the transmission of agricultural pests.

Key words: Bioinformatic, early detection, pathogen detection, plant pathogen.

Nas Américas, as pragas agrícolas são responsáveis por cerca de 40% das perdas de produção e da baixa produtividade das lavouras (FAO, 2021). Estas perdas são na sua maioria atribuídas aos fungos fitopatogênicos. A detecção rápida e precisa destes agentes causais é importante para estabelecer as medidas de mitigação e manejo das doenças. O desenvolvimento de iniciadores espécies-específicos utilizando a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), visando a identificação do agente causal da doença, é uma realidade na fitopatologia (GARCIA, 2013). Essa abordagem é especialmente importante para o diagnóstico de doenças causadas por agentes biotróficos, como infecções virais, bacterianas, fúngicas ou parasitárias, e pragas quarentenárias, tais como a monilíase dos gêneros *Theobroma* e *Herrania* (*Moniliophthora roreri*). Essas técnicas moleculares são vitais para a identificação rápida e precisa do agente causal de doenças, e elas também desempenham um papel importante na pesquisa epidemiológica e na vigilância genômica. À medida que a tecnologia avança, essas técnicas tornam-se cada vez mais sensíveis, específicas e acessíveis, beneficiando também a medicina e a saúde pública.

Parte superior do formulário

O desenvolvimento de uma metodologia por meio de detecção por PCR convencional ou PCR em tempo real, para identificar uma espécie-alvo, envolve várias etapas críticas. O primeiro passo é escolher a espécie alvo que se almeja detectar e identificar uma região genômica exclusiva que seja altamente específica para essa espécie. Isso pode ser feito por meio de pesquisa genômica e análise de sequências. O segundo passo é o desenho dos iniciadores baseando-se nas regiões selecionadas como promissoras. Para isso, é importante seguir alguns parâmetros básicos, como a Temperatura de melting (Tm) dos iniciadores, evitando estruturas secundárias indesejadas, garantindo a especificidade e uma amplificação eficiente. Uma vez obtidos os iniciadores, segue-se à etapa de otimização e validação. O objetivo deste estudo foi compilar os principais passos e parâmetros para o desenho de iniciadores espécie-específicos e apresentar ferramentas computacionais para as análises dos iniciadores desenvolvidos, as quais são fundamentais para o desenvolvimento de testes de diagnóstico molecular precisos e eficazes. Sendo assim, torna-se imprescindível que se tenha um par de *primers*

específico capaz de se ligar exclusivamente na região genômica de interesse, para se obter um produto de PCR específico à espécie alvo (KUBISTA et al., 2006). As principais ferramentas/passos computacionais que devem ser incluídas no estudo são:

1. Bancos de Dados Genômicos: Existem bancos de dados genômicos que contêm sequências de DNA de várias espécies; esses dados disponíveis devem ser utilizados no desenho de iniciadores, com o estabelecimento das sequências promissoras. Ao desenhar *primers*, deve-se compreender o conceito do alinhamento de sequências, essencial para a realização de tarefas mais complexas. O alinhamento ajuda a identificar regiões específicas que são exclusivas de uma espécie ou grupo de interesse. Isso é crucial ao desenhar *primers* espécie-específicos para diagnóstico molecular (Figura 1A).

2. Análise de Sequências: É necessário utilizar softwares para alinhamento de sequências, como por exemplo, o MEGA (Molecular Evolutionary Genetics Analysis). Essa análise permite identificar regiões conservadas e exclusivas no genoma da espécie alvo, e avaliar a probabilidade de amplificação cruzada (Figura 1B).

3. Software de Desenho de Iniciadores: Ferramentas de software que auxiliam no desenho de iniciadores, considerando parâmetros estabelecidos, como Tm e especificidade (Figuras 1C e 1D).

4. Modelagem de Estruturas Secundárias: Ferramentas para prever e avaliar estruturas secundárias dos iniciadores (Figura 1E).

5. Simulações de PCR: Software que permite simular as condições de PCR para verificar a eficácia dos iniciadores (Figura 1E).

6. Bancos de Dados de Sequências de Controle: Sequências de controle para testar a especificidade dos iniciadores computacionalmente (Figura 1G).

Seguindo as etapas estabelecidas na Figura 1, e utilizando as ferramentas da bioinformática apresentadas na Figura 2, é possível realizar um diagnóstico preciso da espécie-alvo. As sequências de interesse devem ser obtidas de uma fonte de dados públicos, como o GenBank do NCBI (*National Center*

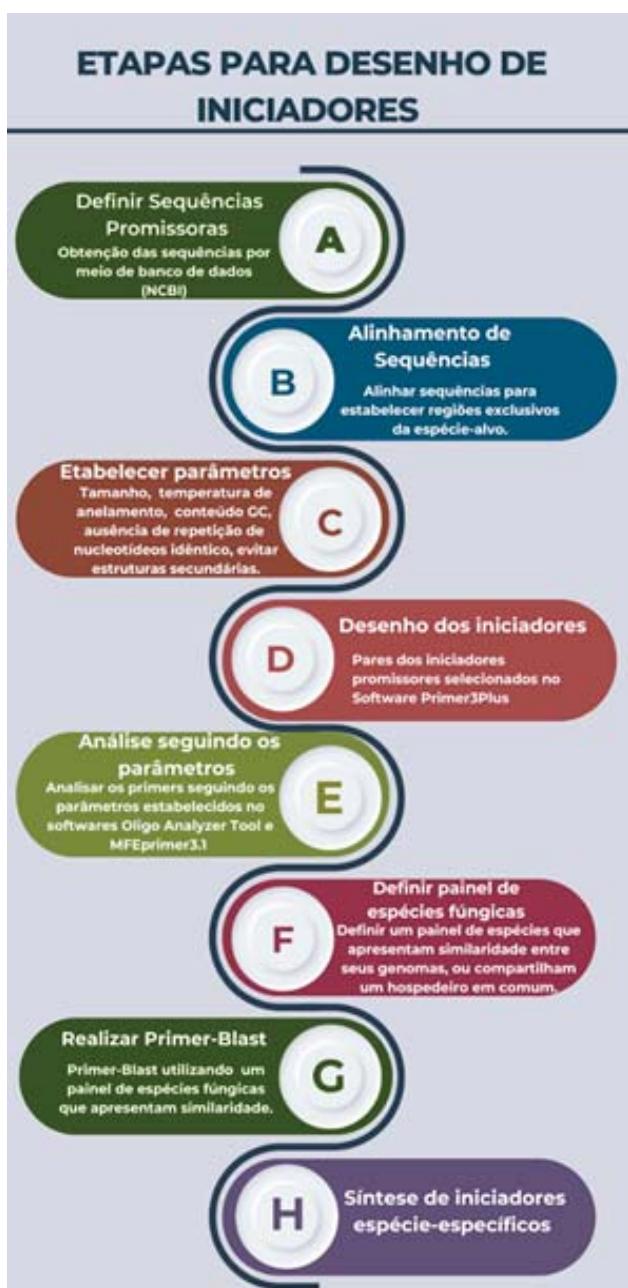


Figura 1. Fluxograma visando o desenho de iniciadores espécie-específicos.

for Biotechnology Information), que é o mais usual e abrange genomas de diversas espécies. Essas sequências são obtidas por meio de sequenciamento e assim disponibilizadas gratuitamente. Após selecionar os genes de interesse, deve-se estabelecer um alinhamento de sequências entre indivíduos do mesmo gênero, a fim de detectar regiões genômicas similares

e distintas entre a espécie-alvo e não alvo, priorizando assim as regiões exclusivas da espécie-alvo. Existem ferramentas gratuitas geralmente utilizada nos desenhos de iniciadores, um exemplo é o Primer3Plus, em que as sequências promissoras são submetidas aos parâmetros estabelecidos, e então o software oferece alternativas de pares de *primers*.

Os parâmetros básicos e essenciais para o desenho de *primers* eficientes são o seu tamanho, que pode variar de 18 a 23 pares de bases (pb), a temperatura de anelamento dos pares de *primers*, com diferença máxima tolerada de 5°C, o conteúdo GC que deve variar entre 40% a 60%, a ausência de repetição de quatro ou mais nucleotídeos idênticos nos *primers*. É também importante de evitar a formação de estruturas secundárias, como a formação de autodímeros, heterodímeros e hairpins, tendo como referência a Energia Livre de Gibbs (Delta G) acima de -9kcal/mol (GIRARDON et al. 2016). Todos esses parâmetros são definidos no software Primer3Plus (UNTERGASSER et al. 2007).

Após a determinação dos parâmetros, os pares de *primers* são desenvolvidos e os promissores selecionados. Os pares de *primers* selecionados são então analisados no Oligo Analyzer Tool, MFEprimer3.1 e NCBI Primer-Blast (QU et al., 2009; WANG et al., 2019; YE et al., 2012). O Oligo Analyzer fornece dados dos *primers*, como o total de pb, percentual de CG, temperatura de Melting, peso moleculares e quantidade de estruturas secundárias. O MFEprimer-3.1 é um programa para checar a presença de hairpins, dímeros e potenciais amplicons gerados com a utilização dessas sequências. O Primer-Blast – NCBI Blast é uma ferramenta usada para checar a especificidade dos primers. Visando a aplicação desses iniciadores em PCR em tempo real, a análise da curva de Melting pode ser realizada com o Software <https://www.dna-utah.org/umelt/quartz/um.php> (WEBER et al., 2015). O software simula a reação de PCR e a curva melting. Essa análise é fundamental por indicar a presença de dímeros.

Seguindo a pipeline aqui descrita, conforme Silva et al. (2022), foram desenhados pares de *primers* altamente específicos à *Moniliophthora perniciosa*, fungo hemibiotrófico e agente causal da vassoura de bruxa do cacaueiro. Há também estudos em que foram desenvolvidos *primers* eficientes para detecção de

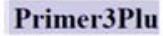
| SOFTWARES PARA ANÁLISES <i>IN SILICO</i> | | | |
|---|---------------|---|--|
|  | NCBI | Banco de dados que fornece sequências de diversas espécies. | NCBI. National Center for Biotechnology Information. Disponível em: < https://www.ncbi.nlm.nih.gov/ >. |
|  | OLIGOANALIZER | Percentual de CG, temperatura de Melt, peso moleculares e quantidade de estruturas secundárias. | OligoAnalyzer Tool - primer analysis IDT. Disponível em: < https://www.idtdna.com/pages/tools/oligoanalyzer >. |
|  | PRIMER3PLUS | Desenhos de Primers baseados em parâmetros estabelecidos. | Primer3Plus - Pick Primers. Disponível em: < https://www.primer3plus.com/ >. |
|  | UMELT | Predizer curva de Melting para PCR em tempo real. | uMelt Quartz - DNA-UTAH.ORG - ALL RIGHTS RESERVED 2022. Disponível em: < https://www.dna-utah.org/umelt/quartz/um.php >. |
|  | MFEPRIMER3.1 | Indica a presença de hairpins, dímeros e potenciais amplicons gerados. | MFEprimer-3.1: PCR Primer Quality Control - Specificity, Hairpins & Dimers. Disponível em: < https://mfeprimer3.igenetech.com/spec >. |
|  | MEGA | Alinhamento de sequências para detectar regiões exclusivas e conservadas. | Home. Disponível em: < https://www.megasoftware.net/ >. |

Figura 2. Lista de Softwares utilizados para o desenho e análises in silico de iniciadores espécie-específicos.

subpopulações de *Fusarium oxysporum* (JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ et al., 2010), patógeno que causa a obstrução do sistema vascular do hospedeiro (MICHEREFF et al., 2005).

Após a validação *in silico*, é necessária a validação experimental, a qual implica em testar os iniciadores em condições laboratoriais, determinando sua eficácia e especificidade. Nesta etapa de validação, é importante testar os iniciadores em diversas condições:

Teste em amostras puras: Os iniciadores devem ser testados em amostras puras de DNA do fitopatógeno alvo para garantir que a amplificação ocorra com sucesso.

Teste em amostras de campo: Os iniciadores também devem ser testados em amostras do campo que contenham o fitopatógeno de interesse, a fim de simular condições reais de detecção.

Obter um bom controle positivo e negativo: É essencial incluir controles positivos (amostras contendo o fitopatógeno) e negativos (amostras livres do fitopatógeno) em cada reação de PCR a fim de verificar a especificidade e sensibilidade dos iniciadores.

Verificar a amplificação cruzada: Testar os iniciadores em amostras que contenham outros organismos que possam estar presentes nas plantas ou no ambiente, a fim de garantir que não haja amplificação cruzada com espécies não alvo. Isso é particularmente importante quando se trata de fitopatógenos em culturas onde a transferência horizontal de genes entre diferentes patógenos é uma possibilidade (RANGEL, 2017). No caso dos fungos do cacaueiro, sabe-se que há transferência horizontal de genes entre *Moniliophthora perniciosa*

(causador da vassoura-de-bruxa) e *Moniliophthora roreri* (causador da monilíase), ou até mesmo fitopatógenos não relacionados como *Phytophthora* spp. (causador da podridão parda). Portanto, ao desenvolver iniciadores para detectar esses patógenos, é essencial garantir que os iniciadores sejam específicos para as cepas-alvo. Também deve-se considerar amostras de campo que possam conter outros fungos, microrganismos e material genético relacionado. Isso ajudará a verificar se os iniciadores produzem amplificações específicas para o patógeno de interesse e não para outras espécies não alvo ou cepas geneticamente distintas.

Apresentar Sensibilidade: Determina a menor quantidade de DNA do fitopatógeno que pode ser detectada usando os iniciadores. Isso ajuda a avaliar a sensibilidade do ensaio.

Repetibilidade: Deve-se repetir o teste várias vezes para verificar a consistência dos resultados e a reprodutibilidade do método.

Realizar a comparação com outros métodos: Compara os resultados da PCR com outros métodos de diagnóstico, se disponíveis, para verificar a concordância entre as técnicas.

Essas etapas contribuem para a precisão e confiabilidade dos testes de diagnóstico molecular, de forma a se obter um diagnóstico precoce e específico para o microrganismo de interesse. Dessa forma, é possível estabelecer medidas para manejo adequado do fitopatógeno, evitando sua disseminação, assegurando a qualidade da produção agrícola e podendo assim se estabelecer medidas de controle sustentáveis.

Literatura Citada

- BAILEY, B. A.; EVANS, H. C.; PHILLIPS-MORA, W.; ALI, S. S.; MEINHARDT, L. W. 2018. *Moniliophthora roreri*, causal agent of cacao frosty pod rot. Molecular Plant Pathology 19(7): 1580-1594.
- DA SILVA, N. J. A.; REIS, S. P. M.; DIORATO, V. S.; ROCHA, J. S. A.; BARBOSA, C. S.; CIAMPI-GUILLARDI, M.; GRAMACHO, K.

P. 2022. A molecular diagnostic for *Moniliophthora perniciosa*, the causal agent of witches' broom disease of cacao, that differentiates it from its sister taxon *Moniliophthora roreri*. Crop Protection 158: 106003.

FONSECA JR, A. A.; GOUVEA, M. V.; ZARONI, M. M. H.; CARVALHO, L. B.; XAVIER, S. M. 2015. Manual de Verificação de Desempenho de Métodos para Diagnóstico Molecular de Doenças Infeciosas na Rede Nacional de Laboratórios Agropecuários. MAPA/ACS, Brasília. 57p.

GARCIA, J. C. 2013. Diagnóstico fitossanitário por PCR em tempo-real: requisitos básicos para validação de métodos. 116p.

GIRARDON, L. F.; DOS SANTOS, F. F.; CHAVES, A. L.; OLIVEIRA, A. C. 2016. Importância do Desenho de Primers. 18º Encontro de Pós-Graduação. 4p.

JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, D.; MONTES-BORREGO, M.; NAVAS-CORTÉS, J. A.; JIMÉNEZ-DÍAZ, R. M.; LANDA, B. B. 2010. Identification and quantification of *Fusarium oxysporum* in planta and soil by means of an improved specific and quantitative PCR assay. Applied Soil Ecology 46(3): 372-382.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E.; MENEZES, M. 2005. Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais. UFRPE, Imprensa Universitária. 400p.

NIKMATUZAROH, R.; DAN, E.; MAZIYYAH, N. 2019. Manual de procedimentos: Plano Nacional de Prevenção e Vigilância de *Moniliophthora roreri* PNPV/Monilíase. Skripsi. 35p.

QUEIROZ, J. A. D. S.; ALVES, L. S.; DALL'ACQUA, D. S. V.; SOUZA, L. F. B. 2017. Desenho e Validação de Primers *In Silico* para Detecção do Vírus Sincicial Respiratório Humano.

RANGEL, L. T. L. D. 2017. O papel de transferência horizontal de genes na história evolutiva de duas classes de genes em bactérias. Tese doutorado. São Paulo, USP. 108p.

SAIKI, R. K.; SCHAFER, S.; FALOONA, F.; MULLIS,

- K. B.; HORN, G. T.; ERLICH, H. A.; ARNHEIM, N. 1985. Enzymatic amplification of α -globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science* 230(4732):1350-1354.
- UNTERGASSER, A.; NIJVEEN, H.; RAO, X.; BISSELING, T.; GEURTS, R.; LEUNISSEN, J. A. 2007. Primer3Plus, an enhanced web interface to Primer3. *Nucleic Acids Research* 35(suppl_2): W71-W74.

●

NOTA CIENTÍFICA

ESTABELECIMENTO DE UMA COLEÇÃO NUCLEAR DE *Moniliophthora perniciosa*, FUNGO CAUSADOR DA VASSOURA DE BRUXA DO CACAUEIRO

Thaísa Rodrigues da Silva^{1,2}, Rayanne França Pereira^{1,3}, Franco Jesus de Andrade¹,
Karina Peres Gramacho^{1,3*}

¹CEPLAC/CEPEC - Seção de Fitossanidade Laboratório de Fitopatologia Molecular- FITOMOL;

²Programa PIBIC-CNPQ/CEPLAC/MAPA - Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB, Itabuna, BA, Brasil,
taisars15@hotmail.com

³DCB- Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, Ilhéus, BA, Brasil.

*Autor para correspondência: gramachokp@hotmail.com

Coleções de cultura biológicas de referência e bancos de dados de sequência autenticados são vitais para o desenvolvimento de pesquisas, como, por exemplo, diagnóstico e melhoramento genético de resistência às doenças. A partir de uma metanálise, este estudo visou estabelecer uma coleção biológica nuclear referência de *Moniliophthora perniciosa*. Cento e cinquenta isolados de diferentes regiões, hospedeiros, e outras informações relativas às coletas foram autenticados por estudos fitopatológicos, ômicos e genéticos. O estabelecimento de uma coleção nuclear é fundamental à manutenção e preservação de isolados de referência do fungo, sendo essencial para avançar no entendimento da biologia e controle de *Moniliophthora perniciosa*.

Palavras-chave: Cacau, cupuaçu, coleção biológica, validação diagnóstica.

Establishing a core collection of *Moniliophthora perniciosa*, the causal agent of the Witches' Broom disease of cacao. Biological reference culture collections and authenticated sequence databases are vital for developing disease resistance diagnostics and genetic improvement. This work aimed to establish, using meta-analysis, a nuclear biological reference collection of *Moniliophthora perniciosa*. Phytopathological, omics, and genetic studies authenticated one hundred and fifty isolates from different regions, hosts, and group years. Establishing a nuclear collection not only fills research gaps but is also fundamental in the maintenance and preservation of reference isolates of the fungus, essential to advancing the understanding of the biology and control of *Moniliophthora perniciosa*.

Key words: Cacao, cupuaçu, culture collection, diagnostic validation.

Coleções biológicas de referência, incluindo micróbios vivos e preservados, coleções de cultura e bancos de dados de sequência autenticados são essenciais para o desenvolvimento e validação de ensaios diagnósticos robustos, bem como melhoramento genético para resistência a doenças (BOUNDY-MILLS et al. 2020). No entanto, a longo prazo, à medida que novos exemplares vão sendo incorporados, a preservação, curadoria, manutenção de registros e procedência de dados de coleções assumem um papel significativo. O estabelecimento de uma “coleção nuclear representativa” envolve a criação de uma coleção referenciada de um dado fitopatógeno, onde esse patógeno é armazenado, estudado e mantido para diversos propósitos, como pesquisa, conservação e uso em estudos de fitopatologia. Essas coleções são extremamente valiosas para pesquisadores e profissionais que trabalham no campo da fitopatologia, pois, dentre outros, permitem o acesso a uma ampla variedade de patógenos de plantas para fins de estudo, diagnóstico, desenvolvimento de métodos de controle e pesquisa genética. O objetivo deste trabalho foi estabelecer uma coleção biológica nuclear referência de *Moniliophthora perniciosa*.

O fungo *Moniliophthora perniciosa* Stahel (Singer), agente causal da Vassoura de Bruxa do Cacau, é um fitopatógeno de grande importância econômica. Por muitas décadas, o Brasil se manteve entre os países com maior produção de amêndoas de cacau, estando os estados da Bahia e do Pará como os maiores produtores. Mas, devido a presença da doença, o país tem se mantido entre a quinta e sétima posição do ranking mundial. Além do cacaueiro e do cupuaçzeiro, *M. perniciosa* tem sido encontrado em associação com várias espécies hospedeiras das famílias *Bixaceae*, *Bignoniaceae*, *Malpighiaceae* e *Solanaceae*. No caso dos hospedeiros solanáceos, os sintomas da doença aparecem em uma grande variedade de plantas incluindo tomate, pimenta, pimentão, berinjela ou jiló (PATROCINO, et al., 2016).

A Coleção de Culturas de *Moniliophthora perniciosa* João Louis Marcelino Pereira é uma das maiores e mais importantes coleções de *M. perniciosa*. Esta coleção abriga cerca de 4.000 exemplares de *M. perniciosa*, todos devidamente identificados, e oriundos de diferentes locais,

hospedeiros, e surtos epidêmicos da doença. Os isolados são mantidos em duplicata, preservados pelos métodos de água destilada esterilizada (método Castellani) e óleo mineral. Todos informatizados na plataforma AGROTECA (FITOMOL/CEPLAC). A coleção é um importante recurso genético, e um acervo de referência nas pesquisas sobre esse patógeno.

Para uma coleção de tal magnitude, é essencial a existência de uma *core collection* ou coleção nuclear, que é um subconjunto representativo de 0,5% a 1% da coleção total. Essa coleção nuclear é projetada para conter o menor número de repetições possíveis e a máxima diversidade genética da espécie em questão, bem como de seus parentes (FRANKEL, 1984). Em outras palavras, ela busca representar, com a maior fidelidade, a riqueza alélica presente em toda a coleção.

Em geral, as coleções microbianas vivas estão ameaçadas devido à falta de recursos de apoio e isso limita o avanço científico. Logo, uma coleção nuclear deve ser estabelecida visando facilitar a manutenção/conservação de seus isolados e fomentar, por parte dos fitopatologistas, o uso da variabilidade conservada, ou seja, facilitando o acesso às informações mais relevantes e específicas de determinado fungo com finalidades para pesquisas, melhoramento e resistência a doenças (OLIVEIRA, J. P et al, 2011). Com o propósito de elucidar os eventos biológicos que acontecem nas plantas infectadas bem como nas resistentes, programas de genômica funcional e estrutural do cacaueiro e do patógeno foram desenvolvidos por diferentes grupos de pesquisa, a nível nacional e internacional. Como resultados desses trabalhos, isolados do patógeno têm sido caracterizados com base em marcadores moleculares, testes de patogenicidade, estudos funcionais e, dentre outros, estudos genômicos.

A criação de uma coleção nuclear é, essencialmente, um exercício de amostragem que se baseia na representação das informações já apresentadas na coleção principal (Figura 1A). Existe uma abundante literatura disponível que descreve métodos teóricos e práticos para estabelecer uma coleção nuclear. No entanto, não existe uma abordagem universal que possa ser aplicada a todos os casos, uma vez que cada coleção tem suas especificidades. Neste estudo, empregou-se uma metodologia que envolve uma técnica de metanálise.



Figura 1- (A) Representação das informações já disponíveis na coleção JLMP; (B) Formação da coleção nuclear provenientes de dados fitopatológicos, morfológicos, ômicos, quantitativos e/ou moleculares, ou ainda outros dados na compreensão da biologia e evolução de *M. perniciosa*.

Com este fim, foi realizado um levantamento bibliográfico a partir de artigos e teses publicadas e não publicadas, principalmente do grupo de pesquisa do laboratório de Fitopatologia FITOMOL/UESC, utilizando isolados de *M. perniciosa* depositados na Micoteca João Louis Marcelino Pereira (JLMP). Os vários estudos foram agrupados em um banco de dados único. E, como parte desse processo, as informações foram sistematizadas em planilha em Excel contendo informações fornecidas sobre a origem geográfica, tipo de estudos realizados, espécie-hospedeira, patótipos, dados genômicos, tecnologia de sequenciamento, dentre outros.

A coleção nuclear foi estabelecida com cento e cinquenta isolados provenientes de estudos fitopatológicos, morfológicos, ômicos, quantitativos e/ou moleculares, ou ainda outros dados que tenham identificado uma tendência a particularidades e lacunas na compreensão da biologia e evolução de *M. perniciosa* (Figura 1B). Portanto, estes isolados são considerados referência para, dentre outros estudos, o desenvolvimento e validação de ensaios diagnósticos robustos, bem como melhoramento genético para resistência a vassoura de bruxa e testes de

patogenicidade. Destaca-se ainda, que trata-se de uma coleção dinâmica e com o decorrer dos resultados dos estudos em andamento, a mesma poderá ser ampliada e/ou modificada, se necessário.

Literatura Citada

- BOUNDY-MILLS, K., MCCLUSKEY, K., ELIA, P., GLAESER, J. A., LINDNER, D. L., NOBLES, JR., D. R., NORMANLY, J., OCHOA-CORONA, F. M., SCOTT, J. A., WARD, T. J., WEBB, K. M., WEBSTER, K., and WERTZ, J. E. 2020. Preserving US microbe collections sparks future discoveries. *Journal of Applied Microbiology* 129(2):162-174.
- FRANKEL, O. H. 1984. Genetic perspectives of germplasm conservation. In: Arber, W. K.; Limensee, K.; Peacock, W. J.; Starlinger, P. (eds). *Genetic Manipulation: impact on man and society*. Cambridge University Press, Cambridge. pp.161-170.
- OLIVEIRA, J. P. de; DEL PELOSO, M. J.; SILVA, H. T. da; FONSECA, J. R.; MELO, L. C.; SILVA, S. C. da; COSTA, J. G. C. da; 2011. Core

- collection brasileira de *Phaseolus vulgaris* L. In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 10. 2011. Goiânia. Anais... Embrapa Arroz e Feijão, Goiânia, GO.
- PATROCINIO, N. G. R.B.; CERESISNI, P. C.; L. I. S. GOMES; M. L. V. RESENDE; MIZUBUTI, E.S.G.; GRAMACHO, K. P. 2016. Population structure and migration of the witches' broom pathogen *Moniliophthora perniciosa* from cacao and cultivated and wild solanaceous hosts in southeastern Brazil. Plant Pathology 66:900-911.



Nova Seção: Fichas de Atualização em Fitopatologia e Entomologia

Karina Peres Gramacho, Almiro Neves dos Santos Júnior, Jacques Hubert Charles Delabie

Uma análise mesmo superficial sobre a relação entre expansão de um cultivo e o surgimento de novas pragas de importância econômica (Figura 1: exemplo da emergência de novas doenças no cultivo do cacaueiro, *Theobroma cacao* L. em diferentes países produtores) mostra que se trata de um assunto em evolução continua, merecedora de atenção constante. No contexto atual de globalização comercial e de mudanças climáticas, se faz necessário manter disponível, dentre outras informações relevantes, o conhecimento científico atualizado sobre sintomatologia, distribuição e modos de dispersão das pragas e meios de controle.

A partir do presente número da revista, estamos propondo a publicar até duas fichas por número da revista, de atualizações sobre doenças de plantas ou insetos danosos ou benéficos, de importância econômica na agricultura tropical.

Essas fichas serão inseridas na parte final de cada volume, e terão o formato de duas páginas da revista. Incluirão o título, autor(es), e texto, apresentando, de forma concisa na primeira página, o estado da arte e os avanços (ou publicações) recentes sobre o organismo em pauta, com um curto resumo em inglês e, na segunda página, diferentes ilustrações, tais como fotografias da doença ou do inseto, mapa de distribuição ou/e gráficos, referências.

O(s) autor(es) que deseja(m) submeter uma ficha para publicação, devem o fazer através do processo normal da revista, e podem se referir à ficha publicada a seguir.

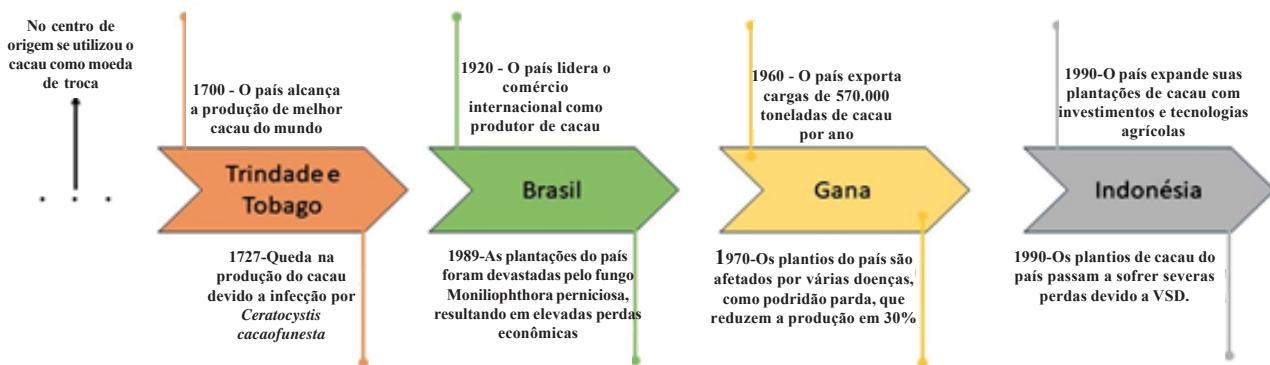


Figura 1 - Emergência de novas doenças no cultivo do cacaueiro, *Theobroma cacao* L. em diferentes países produtores de cacau.

NOTA TÉCNICA

Patossistema: *Theobroma cacao* L. (Cacaueiro) x *Moniliophthora roreri* (Monilíase do Cacaueiro)

Almíro Neves dos Santos Júnior^{1*}, Rayanne França Pereira², Karina Peres Gramacho^{1,2}

¹FITOMOL/CEPEC/CEPLAC, km 22, Rod. Ilhéus/Itabuna, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil; almiro39@live.com.

²Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Rod. Ilhéus/ Itabuna, km16, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil.

Introdução

A Monilíase é uma das principais doenças das espécies dos gêneros *Theobroma* e *Herrania*, sendo o cacaueiro e cupuaçuzeiro os hospedeiros de maior importância econômica. A doença tem alto potencial destrutivo suplantando inclusive os danos causados pela vassoura de bruxa do cacaueiro. Endêmica das regiões colombiana e equatoriana, a monilíase disseminou-se para os demais países produtores de cacau das Américas, alcançando o Brasil (Acre) em 2021 (MAPA, 2021). Além dos impactos econômicos, a capacidade adaptativa do fungo às diversas condições ambientais, aumenta o risco de sua disseminação para novas áreas geográficas (GRAMACHO et al., 2018).

Agente causal

Moniliophthora roreri (Cif.) H.C. Evans, Stalpers, Samson & Benny (1978), um Basidiomycota; da ordem: Agaricales; Família: Marasmiaceae.

Ocorrência

América e Caribe: Equador, Colômbia, Belize, Bolívia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Peru, Venezuela e Jamaica (AMPUERO, 1967; BARROS, 1981; ENRIQUEZ, 1983; PHILLIPS-MORA e WILKINSON 2007; EVANS, 2016; JOHNSON et al., 2017), e Brasil: Município de Cruzeiro do Sul, Acre (2021), e em 2022, vários focos nos municípios de Tabatinga e Benjamin Constant, Amazonas (Figura 1A). No Brasil, a análise epidemiológica dos focos indica que houve introduções do Peru para o Acre e da Colômbia para Tabatinga.

Sintomas e Sinais

Esta doença é altamente agressiva, e, ocorrem somente em frutos do gênero *Theobroma* e *Herrania* em qualquer fase de crescimento. O sinal característico de seu agente causal é o crescimento de uma massa de coloração branca sobre os frutos doentes (pseudoestroma) (Figura 1B), progredindo para uma coloração creme devido à formação de esporos (esporulação). A massa de esporos é bastante densa, e grandes quantidades de esporos são facilmente desprendidas pelo vento ou simplesmente pelo toque. Com o avanço da doença, todo o fruto torna-se colonizado. A formação de esporos ocorre em qualquer parte do fruto

Hospedeiro: *Theobroma cacao*
Agente etiológico: *Moniliophthora roreri*

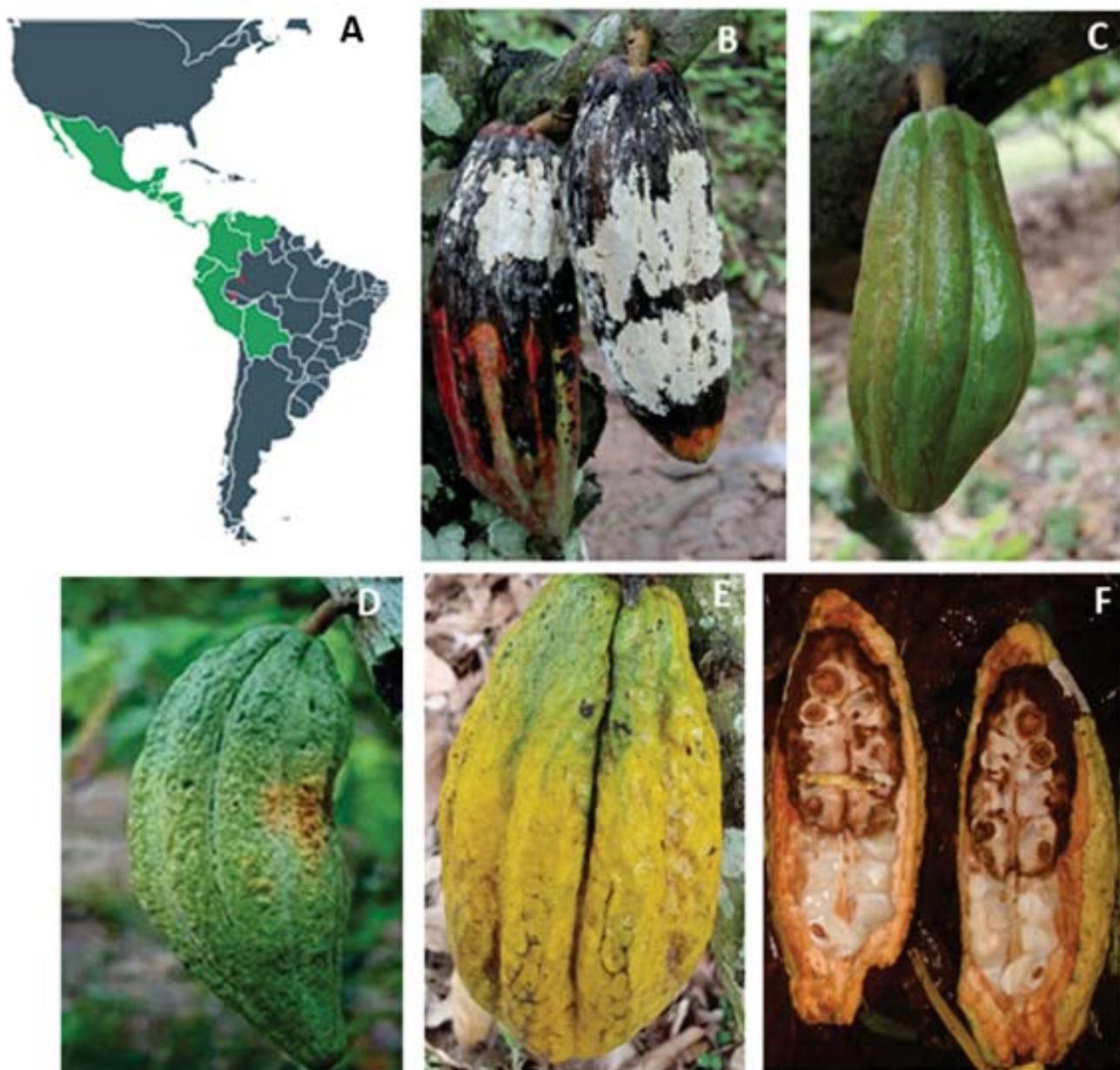


Figura 1. Sintomas da Monilíase do cacau - A) Ocorrência conhecida da monilíase do cacau; B) Massa pulverulenta branca de esporos sobre os frutos doentes; C) Fruto apresentando inchaço; D) Fruto apresentando amadurecimento precoce e deformação; E) Fruto apresentando amadurecimento irregular; F) Massa aquosa formada pelas sementes doentes. – Fotos Acervo Karina Gramacho

infetado, inclusive na parte interna. As sementes são afetadas formando uma massa aquosa, que dificulta a remoção das mesmas e as torna impróprias para comércio (DESROSIERS e SUAREZ, 1974; BAILEY et al., 2018; GRAMACHO et al, 2018). Os sintomas são variados, podendo ser observados inchaço, deformações, protuberâncias, amadurecimento irregular, pontos azeitonados e manchas com cor chocolate (Figura 1C-E), (Figura 1F).

Controle

A prevenção da doença é a estratégia mais eficiente de combate da doença. Restrições na movimentação de material propagativo e quarentenas são essenciais para prevenir a introdução do fungo em áreas não afetadas (GRAMACHO et al, 2018).

O manejo da Monilíase demanda uma abordagem integrada. A prática do Manejo Integrado à Monilíase (MIM) busca reduzir a população da praga sem refletir em perda econômica substancial. O controle cultural associado às outras práticas de controle é considerado a principal medida para o controle da doença, a remoção imediata de frutos doentes e podas são estratégias práticas para conter a disseminação da doença. Medidas comuns de controle cultural incluem colheitas frequentes de frutos, remoção de frutos doentes, poda oportunamente visando circulação de ar e luz entre as árvores, manejo da altura da árvore e excesso de sombra (DESROSIERS e SUAREZ, 1974). Além do controle cultural, deve-se aplicar o controle genético, químico e biológico.

Ao combinar essas estratégias, o MIM procura atingir um equilíbrio entre a redução da população da praga e a sustentabilidade econômica da produção de cacau. Isso significa que o objetivo não é apenas eliminar a praga a qualquer custo, mas sim gerenciar sua população de maneira que os danos econômicos sejam minimizados sem causar impactos negativos ao longo prazo. Essa abordagem holística visa promover a saúde geral do ecossistema agrícola, garantindo ao mesmo tempo a viabilidade econômica para os agricultores.

Literatura Citada

- AMPUERO, C. E. 1967. *Monilia* pod rot of cocoa. Cocoa Growers' Bulletin (RU) 9:15-18.
- BAILEY, B. A., et al. 2018. *Moniliophthora roreri*, causal agent of cacao frosty pod rot. Molecular Plant Pathology 19.7: 1580-1594.
- BARROS N. O. 1977. Investigaciones sobre el hongo *Monilia roreri*, Cif. & Par., causante de la pudrición acuosa de la mazorca del cacao; sus daños y su control. Cacaotero Colombiano (Colombia) 3:42-52.
- DESRONIERS, R.; SUAREZ, C. C. 1974. *Monilia* pod rot of cacao. In P. H. Gregory ed. *Phytophthora Diseases of Cocoa*. London, Longman. pp. 273-277.
- ENRIQUEZ, G. A. 1983. El Cultivo del Cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Departamento de producción vegetal. 162 p.
- EVANS, H. C. 2016. Witches' broom disease (*Moniliophthora perniciosa*): history and biology. Cacao Diseases: A History of Old Enemies and New Encounters. pp. 137-177.
- GRAMACHO, K. P. et al. 2018. *Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) (Agaricales: Marasmiaceae). In: Priorização de Pragas Quarentenárias Ausentes no Brasil. 1º. ed. Brasília: Embrapa, cap. 17, p. 257-271.
- JOHNSON, E. S., et al. 2017. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot on *Theobroma cacao* in Jamaica. New Disease Reports 36: 2-2.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. 2021. Foco de praga que atinge cultivo de cacau e cupuaçu é encontrado no Acre. In: 404 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Available at https://www.gov.br/agricultura/pt405_br/assuntos/noticias/foco-de-praga-que-atinge-cultivo-de-cacau-e-cupuacu-e-detectado-no406-acre. Accessed on April 21, 2023.
- PHILLIPS-MORA, W.; WILKINSON, M. J. 2006. Frosty pod: a disease of limited geographic distribution but unlimited potential for damage. Phytopathology 96.6.
- QUEIROZ, J. A. D. S.; ALVES, L. S.; DALL'ACQUA, D. S. V.; SOUZA, L. F. B. 2017. Desenho e validação de primers in silico para detecção do vírus sincicial respiratório humano. Revista FIMCA 4(1):17-30.

AGRADECIMENTOS AOS CONSULTORES CIENTÍFICOS

O sucesso de uma Revista depende não só da boa qualidade dos artigos submetidos para publicação, como também, dos comentários e sugestões dos assessores científicos, de cujos pareceres a Comissão Editorial não pode prescindir em suas decisões.

A Revista Agrotrópica, através do seu conselho editorial, deseja expressar seu mais profundo agradecimento aos especialistas que, no ano de 2023, colaboraram na revisão de um ou mais artigos a eles enviados pelo editor. A publicação de seus nomes é um testemunho do nosso mais profundo reconhecimento pela sua valiosa colaboração com a revista.

- Alexandre Arnhold
- Alexandre dos Santos
- Anna Carolina de Almeida Andrade
- Antônio Walter de Oliveira Rocha Junior
- Daniel Junior de Andrade
- Elmo Borges de Azevedo Koch
- Francisca Jucá
- Frederic Mendes Hughes
- George Sodré
- Isys Mascarenhas Souza
- James Gattward
- Jomar Gomes Jardim
- Janisete Gomes da Silva Miller
- José Olímpio de Souza Júnior
- José Inácio Lacerda Moura
- Karina Gramacho Peres
- Lindolfo Pereira dos Santos Filho
- Luciana Alves de Oliveira
- Maiara Araújo Lima dos Santos
- Michel Mansur Machado
- Mírian S. Santos
- Naasoom Luiz Santos Mesquita
- Neliton Marques da Silva
- Quintino de Araújo
- Raul René Valle
- Ricardo Adaime da Silva
- Ronan Xavier
- Wagner Ferreira da Silva

POLÍTICA EDITORIAL

A Revista Agrotrópica foi criada em 1971, sendo originalmente conhecida como Revista Theobroma. Por ter um caráter interdisciplinar, constitui-se num veículo para comunicação científica em várias áreas como: Biodiversidade, Ciências Agrárias, Ambientais, Veterinária, Zootecnia, Tecnologia de Alimentos, Geografia, Geociências, Socioeconomia, etc. A revista é publicada quadrimestralmente e está destinada a divulgação de trabalhos originais que têm contribuição real para o desenvolvimento agroecológico, ambiental e socioeconômico das Regiões Tropicais Úmidas.

A Revista Agrotrópica publica não apenas artigos científicos, como também notas científicas, revisões bibliográficas relevantes e de natureza crítica, todos em três idiomas: Português, Inglês e Espanhol. Publica também cartas endereçadas ao Editor sobre trabalhos publicados.

Os Autores são os responsáveis exclusivos pelo conteúdo do trabalho, todavia, o Editor, com a assessoria científica do Conselho Editorial da Revista, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações que considerarem necessárias.

Editor Chefe

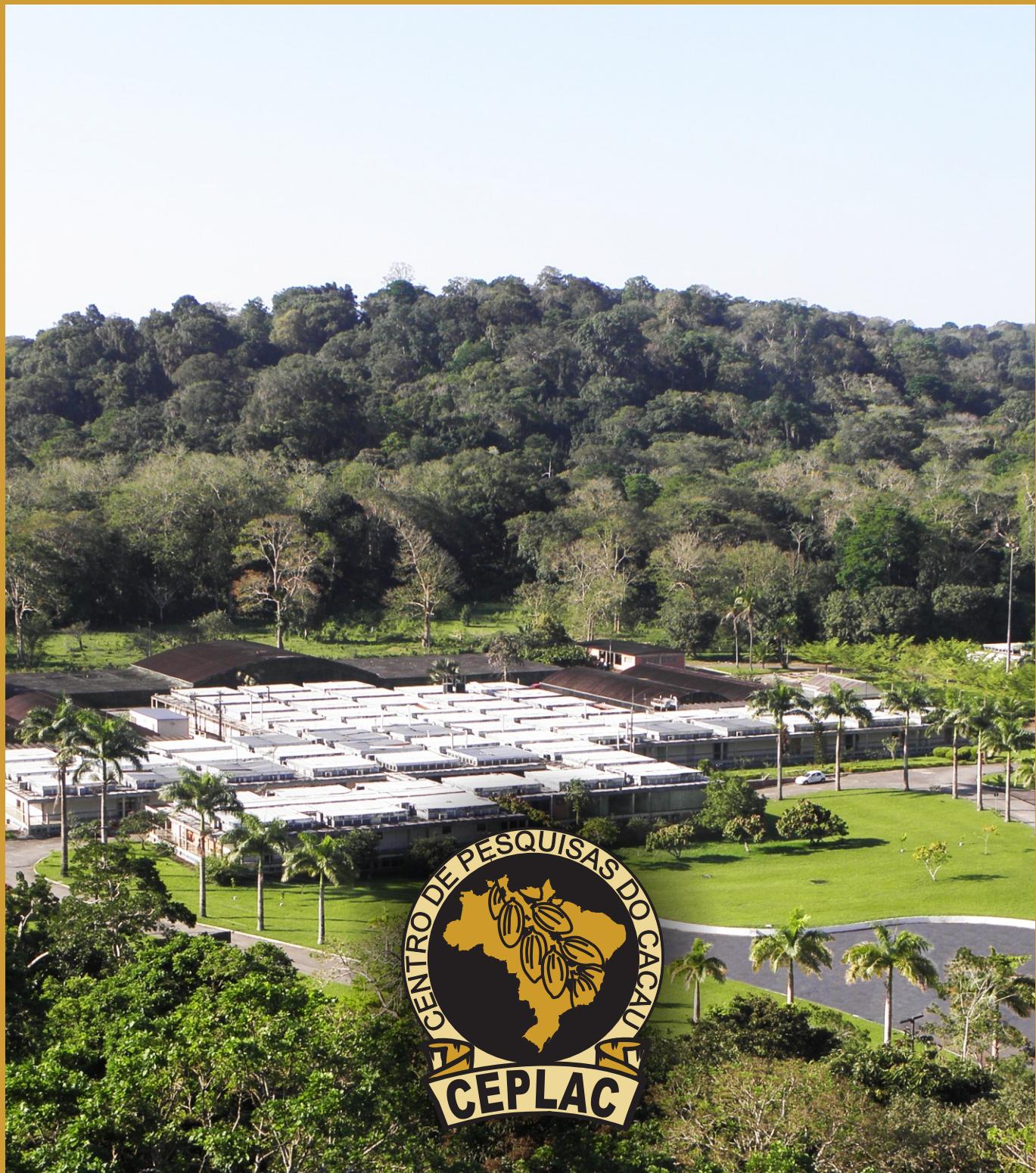
EDITORIAL POLICY

The Agrotrópica Journal was created in 1971, being formerly known as Theobroma Journal. As having an interdisciplinary character, it constitutes in a vehicle for scientific communication in various areas as: Biodiversity, Agricultural Sciences, Environmental Science, Veterinary, Animal Science, Food Technology, Geography, Geosciences, Socioeconomics, etc. The journal is published every four months and is destined to dissemination of original scientific works that have real contributions to the development agroecological, environmental and socioeconomic of the tropical rain regions.

The Agrotrópica Journal publishes not only scientific papers, but also scientific notes, relevant bibliographical reviews and of critical nature, all in three idioms: Portuguese, English and Spanish. It also publishes letters to the editor about published works.

The authors are solely responsible for the content of the work, however, the Editor, with the scientific accessory of the Editorial Board, reserves the right of suggesting or requesting the changes that seem to be necessary.

Editor-in-Chief



Comissão Executiva do Plano
da Lavoura Cacaueira

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA

GOVERNO FEDERAL
BRAZIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO