

# Agrotropica

Volume 31, número 1, janeiro a abril de 2019



Centro de Pesquisas do Cacau  
Ilhéus - Bahia



---

© 2019 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

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 autor.

Ano 2019.

Tiragem: 1.000 exemplares

**Elaboração, distribuição, informações:**

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

Superintendência Regional no Estado da Bahia

Centro de Pesquisas do Cacau

---

Editor: Ronaldo Costa Argôlo.

Coeditores: Quintino Reis de Araujo e George Andrade Sodré

Normalização de referências bibliográficas: Maria Christina de C. Faria

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

Capa: Ronaldo Costa Argôlo Filho

Agrotropica, 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:** O híbrido interespecífico de caiaué (*Elaeis oleifera*) com dendezeiro (*Elaeis guineenses* Jacq.) (HIE OxG), apresentaram alta resistência ao Anel Vermelho e alto potencial produtivo, demonstrando boa aptidão para o cultivo na Bahia.

**INFORMATION ON THE COVER:** The interespecific hybrid of caiaué (*Elaeis oleifera*) with oil palm (*Elaeis guineenses* Jacq.) (HIE OxG), presented high resistance to Red Ring disease and productive potential, showing aptitude for cultivation in Bahia.

**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, Exerp 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).



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

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

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

**Comitê Editorial:**

Adonias de Castro Virgens Filho; Antônio Cesar Costa Zugaib; Dan Érico Vieira Petit Lobão; Edna Dora Martins Newman Luz; George Andrade Sodré; Givaldo Rocha Niella; Jacques Hubert Charles Delabie; Jadergudson Pereira; José Basílio Vieira Leite; José Inácio Lacerda Moura; José Luís Bezerra; José Luís Pires; José Marques Pereira; José Raimundo Bonadie Marques; Karina Peres Gramacho; Manfred Willy Muller; Paulo César Lima Marrocos; Raúl René Melendez Valle; Uilson Vanderlei Lopes.

**Editor:** Ronaldo Costa Argôlo.

**Coeditores:** Quintino Reis de Araujo e George Andrade Sodré

**Normalização de referências bibliográficas:** Maria Christina de C. Faria

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

**Capa:** Ronaldo Costa Argôlo Filho

**Endereço para correspondência:**

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

**Telefone:** (73) 3214 -3211

**E-mail:** agrotrop.agrotrop@gmail.com

**Tiragem:** 1000 exemplares

# AGROTRÓPICA

V. 31

Janeiro - abril

2019

N.1

## CONTEÚDO

### ARTIGOS

- 5 Produção e composição de cachos e incidência do anel vermelho em híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro no sul da Bahia. **S. S. Pinto, R. Lopes, R. N. V. da Cunha, L. P. dos Santos Filho, J. I. L. Moura.**
- 17 Indução de fluxo foliar precoce em clones de seringueira para uso em sistemas agroflorestais com o cacaueiro. **J. R. B. Marques, A. P. S. Silva, L. P. dos Santos Filho, R. R. M. Valle.**
- 27 Diversidade patogênica de isolados de *Ceratocystis cacaofunesta* na região cacaueira da Bahia. **L. A. Magalhães, D. M. A. Magalhães, E. D. M. N. Luz, G. A. Sodré.**
- 37 Caracterização físico-oleífera de frutos de genótipos de macaúba conservados em banco de germoplasma. **S. F. de Sá, L. D. H. C. S. da Conceição, M. M. Rinaldi, M. F. Braga, N. T. V. Junqueira.**
- 45 Variabilidade genética de progênies de Maracujá maçã (*Passiflora maliformis* L.) usando marcadores RAPD e ISSR. **C. N. da Silva, F. G. Faleiro, J. da S. Oliveira, Nilton T. V. Junqueira e K. G. da Fonseca.**
- 53 Produção de biomassa de mandioca com dosséis contrastantes em diferentes populações e épocas de colheita. **E. C. de Oliveira, L. H. C. de Almeida, T. L. Valle, É. Miglioranza.**
- 61 Nutrição de helicônia em função de doses de resíduos agroindustriais no solo. **L. R. de Lima, C. O. Arévalo-Hernández, A. Q. Paiva, J. O. Souza Júnior, E. Gross.**
- 69 Sombreamento no desempenho da alface em condições de estagem no leste maranhense. **R. M. de Sousa, D. R. de Araujo, F. M. S. Chaves, M. da S. Mendes, S. da S. Nascimento, M. B. Furtado.**

### NOTA CIENTÍFICA

- 75 Nematoides associados a areáceas em municípios do sul da Bahia. **J. C. da Cruz, A. J. da Silveira.**



**MINISTRY OF AGRICULTURE  
LIVESTOCK AND FOOD SUPPLY**

**CEPLAC - Executive Commission of  
the Cacao Agriculture Plan**

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

**Editorial Committee:**

Adonias de Castro Virgens Filho; Antônio Cesar Costa Zugaib; Dan Érico Vieira Petit Lobão; Edna Dora Martins Newman Luz; George Andrade Sodré; Givaldo Rocha Niella; Jacques Hubert Charles Delabie; Jadergudson Pereira; José Basílio Vieira Leite; José Inácio Lacerda Moura; José Luís Bezerra; José Luís Pires; José Marques Pereira; José Raimundo Bonadie Marques; Karina Peres Gramacho; Manfred Willy Muller; Paulo César Lima Marrocos; Raúl René Melendez Valle; Uilson Vanderlei Lopes.

**Editor:** Ronaldo Costa Argôlo.

**Coeditors:** Quintino Reis de Araujo and George Andrade Sodré

**Revision of bibliographical references:** Maria Christina de C. Faria

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

**Cover:** Ronaldo Costa Argôlo Filho

**Address for correspondence:**

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

**Telephone:** 55 (73) 3214 - 3211

**E-mail:** agrotrop.agrotrop@gmail.com

**Circulation:** 1000 copies.

# AGROTRÓPICA

V.31

January - April

2019

N.1

## CONTENTS

### ARTICLES

- 5 Production and composition of bunches and incidence of red ring in interspecific hybrids of Caiaué with oil palm in Southern Bahia (in Portuguese). **S. S. Pinto, R. Lopes, R. N. V. da Cunha, L. P. dos Santos, J. I. L. Moura.**
- 17 Induction of early leaf flushing in rubber tree clones for use in agroforestry systems with cacao (in Portuguese). **J. R. B. Marques, A. P. S. Silva, L. P. dos Santos Filho, R. R. M. Valle.**
- 27 Pathogenic diversity of isolates of *Ceratocystis cacaofunesta* in the cacao region from Bahia (in Portuguese). **L. A. Magalhães, D. M. A. Magalhães, E. D. M. N. Luz, G. A. Sodré.**
- 37 Physical-oleifer characterization in macauba genotypes preserved in germplasm bank (in Portuguese). **S. F. de Sá, L. D. H. C. S. da Conceição, M. M. Rinaldi, M. F. Braga, N. T. V. Junqueira.**
- 45 Genetic variability of Apple Passion Fruit (*Passiflora maliformis* L.) progenies using RAPD and ISSR markers (in Portuguese). **C. N. da Silva, F. G. Faleiro, J. da S. Oliveira, Nilton T. V. Junqueira e K. G. da Fonseca.**
- 53 Cassava biomass of biological production with canopies contrasting in different populations (in Portuguese). **E. C. de Oliveira, L. H. C. de Almeida, T. L. Valle, É. Miglioranza.**
- 61 Nutrition of heliconia in the function of doses of agroindustrial waste in the soil (in Portuguese). **L. R. de Lima, C. O. Arévalo-Hernández, A. Q. Paiva, J. O. Souza Júnior, E. Gross.**
- 69 Shading in lettuce performance under drought conditions in eastern Maranhão (in Portuguese). **R. M. de Sousa, D. R. de Araujo, F. M. S. Chaves, M. da S. Mendes, S. da S. Nascimento, M. B. Furtado.**

### SCIENTIFIC NOTE

- 75 Nematodes associated with Arecaceae in municipalities of Southern Bahia. **J. C. da Cruz, A. J. da Silveira.**

## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

**1.** O original para publicação em português, inglês ou espanhol, deve ter no máximo 18 páginas numeradas, 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 deverá ser encaminhado à Comissão Editorial da revista por meio eletrônico. No rodapé da primeira página deverão constar o endereço postal completo e o endereço eletrônico do(s) autor(es). As figuras e tabelas devem vir à parte.

**2.** Os artigos devem conter: título, resumo, abstract, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos e literatura citada.

**3.** 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 vir juntos ou separados e devem incluir tabelas e figuras com suas respectivas análises estatísticas. As conclusões devem ser frases curtas, com o verbo no presente do indicativo, sem comentários adicionais e derivados dos objetivos do artigo.

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

**5. Resumo e Abstract** - Devem conter no máximo 200 palavras. Abstract deve ser tradução fiel do resumo em inglês.

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

**7. Introdução** - Deverá ser concisa e conter revisão estritamente necessária à introdução do tema e suporte para a metodologia e discussão.

**8. 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.

**9. Resultados, Discussão e Conclusões** - 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.

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

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

**12. 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, separadas do texto.

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

**14. Literatura Citada** - No texto as referências devem ser citadas da seguinte forma: Silva (1990) ou (Silva, 1990).

A normalização das referências deve seguir os exemplos abaixo:

### PERIÓDICO

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

### LIVRO

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

### PARTE DE LIVRO

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

### DISSERTAÇÃO

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

### TESE

ROHDE, G. M. 2003. Economia ecológica da emissão antropogênica de CO<sub>2</sub> - Uma abordagem filosófica-científica sobre a efetuação humana alopoiética da terra em escala planetária. Tese Doutorado. Porto Alegre, UFRGS/IB. 235p.

### MONOGRAFIA SERIADA

TREVIZAN, S. D. P.; ELOY, A. L. S. 1995. Nível alimentar da população rural na Região Cacaueira da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n° 180. 19p.

### PARTE DE EVENTO

PIRES, J. L. et al. 1994. Cacao germplasm characterisation based on fat content. In: International Workshop on Cocoa Breeding Strategies, Kuala Lumpur, 1994. Proceedings. Kuala Lumpur, INGENIC. pp.148-154.

A literatura citada deverá referir-se, de preferência, a trabalhos completos publicados nos últimos 5 anos.

**15. Correspondência de encaminhamento** do artigo deverá ser assinada pelo autor e coautores.

Os autores receberão cópias do seu trabalho publicado.

## GUIDELINES TO AUTHORS

**1 -** The manuscript for publication in Portuguese, English or Spanish, not exceed 18 numbered pages, format A4, in Times New Roman, 12, 1.5 spaced (except Resumo and Abstract, simple spaced) typed in Word. The article must be addressed to the Editorial Commission in 4 printed copies and also in CD copy. Complete mailing address and e-mail of the author(s) must appear at the bottom of first page. Three out of the four copies should not state the author's name or acknowledgements, since these copies will go to reviewers. Figures (drawings, maps, pictures and graphs) and tables should be sent separately and ready for publication;

**2 -** Articles must contain: title, abstract, introduction, materials and methods, results and discussion, conclusions, acknowledgements and literature cited (references);

**3 -** Scientific articles and notes must include an introduction highlighting the background and importance of the subject and literature review. Under materials and methods one must mention informations about locations, time, climate, soil, etc. and furnish latin names of plants, animals, pathogens, etc., as well experimental designs and statistical analysis used. Conclusions must be objective and derived from relevant results of the research.

**4 - Title** - It must be concise (not exceed 15 words) and express the real scope of the work.

**5 - Abstract** - No more than 200 words.

**6 - Key words** - Six at most, and should not be present in the title.

**7 - Introduction** – should be concise containing a strictly necessary review to the introduction of the topic and support for the methodology and discussion

**8 - Materials and Methods** – may be presented in a continuous descriptive form or with subheadings, in a manner that allows the reader to understand and reproduce the described methodology. Bibliographic citations can be used.

**9 - Results, Discussion and Conclusions** – In accordance with the format chosen, these parts should be presented clearly, with the aid of tables, graphs and figures so as to leave no doubt as to the authenticity of the results, viewpoints discussed and conclusions emitted.

**10 - Acknowledgements** – Persons, institutions and companies that contributed to the accomplishment of the work should be mentioned at the end of the text before the Bibliographic References

**11 - Measurement units** - Use only the International System.

**12 - Figures** (drawings, maps, pictures and graphs) - They must possess good quality for graphic reproduction;

size 8.2 cm or 17 cm wide; photos should be scanned at 300 dpi and recorded, out of the text, in TIF file.

**13 - Tables** - It should be present in Word or Excel and data typed in Times New Roman, 12.

**14 - References** - literature cited in the text must be written as follows: Silva (1990) or (Silva, 1990).

Citation should be given as follows.

### PERIODICALS

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

### BOOKS

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

### BOOK CHAPTERS

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

### DISSERTATION

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

### THESIS

ROHDE, G. M. 2003. Economia ecológica da emissão antropogênica de CO<sub>2</sub> - Uma abordagem filosófica-científica sobre a efetuação humana alopoiética da terra em escala planetária. Tese Doutorado. Porto Alegre, UFRGS/IB. 235p.

### SERIAL MONOGRAPHS

TREVIZAN, S. D. P.; ELOY, A. L. S. 1995. Nível alimentar da população rural na Região Cacaueira da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n° 180. 19p.

### PART OF MEETINGS

PIRES, J. L. et al. 1994. Cacao germplasm characterisation based on fat content. In: International Workshop on Cocoa Breeding Strategies, Kuala Lumpur, 1994. Proceedings. Kuala Lumpur, INGENIC. pp.148-154.

Literature cited should include published papers rather than in the last 5 years.

**15 - Correspondence** of guiding will have to be signed by the author and coauthors.

Authors will receive the reprints of their published paper.



## PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DE CACHOS E INCIDÊNCIA DO ANEL VERMELHO EM HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE CAIAUÉ COM DENDEZEIRO NO SUL DA BAHIA

*Sinval Souza Pinto<sup>1</sup>, Ricardo Lopes<sup>2</sup>, Raimundo Nonato Vieira da Cunha<sup>2</sup>, Lindolfo Pereira dos Santos Filho<sup>3</sup>, José Inácio Lacerda Moura<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>CEPLAC/ESMAI, 45690.000, Una-BA; <sup>2</sup>Embrapa Amazônia Ocidental Rod. AM 010, km 29, Zona Rural, 69010-970, Manaus, AM, Brasil; <sup>3</sup>CEPLAC/CEPEC, km 22, Rod. Ilhéus-Itabuna, 45600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil.

O híbrido interespecífico de caiaué com dendezeiro (HIE OxG), quando comparado as cultivares de dendezeiro, apresenta como vantagens menor crescimento em altura, melhor qualidade do óleo e resistência a pragas e doenças, com destaque ao anel vermelho (AV). O AV é o principal problema fitossanitário nos dendezaís baianos, portanto, além do potencial produtivo dos HIE OxG, é de interesse avaliar a resistência desse material a doença. Foram avaliadas 12 progênies de HIE OxG para produção de cachos de frutos frescos (CFF) e resistência ao AV. O experimento foi implantado em 2009, na Ceplac/Esmal, Una - BA, no delineamento blocos ao acaso com cinco repetições e 12 plantas por parcela. As avaliações foram realizadas do 4º ao 8º ano após o plantio. A produtividade média de CFF foi de 14,1 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, se destacando a progênie 2 (17,6 t de CFF ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) como mais produtiva e as progênies 10 e 4, com 11,1 e 11,3 t CFF ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente, as menos produtivas. Observou-se diferença significativa entre as médias das progênies de genitores de origem LM 2 T (15,1 t CFF ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e LM 10 T (12,7 t CFF ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). A mortalidade de plantas devido ao AV foi de 4%. Os HIE OxG apresentaram alta resistência ao AV e alto potencial produtivo, demonstrando alto potencial para cultivo na Bahia.

**Palavras chave:** *Elaeis oleifera*, *Elaeis guineensis*, palma de óleo.

**Production and composition of bunches and incidence of red ring in interspecific hybrids of Caiaué with oil palm in Southern Bahia.** The interspecific hybrid of *caiaué* with oil palm (HIE OxG), when compared to oil palm cultivars, shows as advantages lower height grow, better oil quality and pest and disease resistance, especially the red ring disease (RR). The RR is the main phytosanitary problem in Bahian oil palm crops; therefore, it is of interest to evaluate the performance of this material in the region. Twelve progenies of HIE OxG were evaluated for bunches production (CFF) and resistance to RR. The experiment was planted in 2009 at Ceplac/Esmal, Una-BA in a randomized block design with five repetitions and 12 plants per plot. The evaluations were carried out from the 4<sup>th</sup> to the 8<sup>th</sup> year after planting. The average productivity of CFF was 14.1 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, with progeny 2 (17.6 t CFF ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) being the most productive and progenies 10 and 4, with 11.1 and 11.3 t CFF ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, respectively, the least productive. There was a significant difference between the means of progenies of parents of origin LM 2 T (15.1 t CFF ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) and LM 10 T (12.7 t CFF ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>). The palms trees mortality due to RR was 4%. HIE OxG showed high resistance to RR and high productive potential, demonstrating high potential for cultivation in Bahia.

**Key words:** *Elaeis oleifera*, *Elaeis guineensis*, oil palm.

## Introdução

O dendezeiro (*Elaeis guineenses* Jacq.), principal fonte mundial de óleo vegetal (USDA, 2016) chegou ao Brasil no século XVI, trazido do continente Africano pelos escravos e desembarcando no estado da Bahia, onde encontrou no Recôncavo Baiano, plenas condições climáticas e de solo para o seu desenvolvimento, dando origem aos dendezaís subespontâneos existentes atualmente na região (Santos, 2010). O caiaué (*Elaeis oleifera*) é endêmico da região tropical úmida da América Latina com populações espontâneas no Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, Guiana Francesa, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Peru, Suriname e a Venezuela (Meunier, 1975; Corley & Tinker, 2003; Cunha et al., 2012; Leitman et al., 2013). O híbrido interespecífico entre essas espécies (HIE OxG) tem sido explorado em programas de melhoramento genético com objetivo de associar a alta produtividade em óleo do dendezeiro com a resistência ou tolerância a pragas e doenças, porte baixo e qualidade do óleo do caiaué (Cunha et al., 2012). Em 2010 a Embrapa lançou a primeira cultivar de HIE OxG desenvolvida no Brasil, denominada BRS Manicoré, obtida a partir do cruzamento de caiaué da origem Manicoré com dendezeiro da origem La Mé (Cunha e Lopes, 2010).

Na espécie *E. guineensis* as plantas podem ser classificadas em três tipos, de acordo com a presença e espessura do endocarpo do fruto: a) Dura, endocarpo espesso (2 a 8 mm), 35 a 65% de mesocarpo no fruto, sem anel de fibra no mesocarpo ao redor da amêndoa, b) Tenera, endocarpo fino (0,5 a 4 mm), 55 a 96% mesocarpo no fruto e anel de fibra no mesocarpo ao redor da amêndoa, visível quando feito o corte transversal do fruto, e, c) Pisífera, sem endocarpo e geralmente com esterilidade feminina (Corley & Tinker, 2003). As cultivares usadas nos plantios comerciais são híbridos intraespecíficos do tipo Tenera, obtidos do cruzamento de plantas tipo dura com pisíferas. No caiaué não existe o gene pisífera, portanto, não existe distinção de variedades pela espessura do endocarpo, relativamente uniforme, com pouca variação para esta característica (Cunha et al., 2012; Camillo et al., 2014).

Na região do baixo sul da Bahia tem-se uma área de aproximadamente 30 mil ha de dendezeiros subespontâneos explorados comercialmente, sendo

muitas destas áreas consideradas marginais, com predominância de plantas tipo Dura e com árvores ultrapassando a fase de declínio produtivo (Santos, 2010). Com a idade avançada das plantas, além do declínio produtivo, como as plantas são muito altas, tem-se baixo rendimento da colheita, resultando em alto custo de produção do óleo. Destaca-se também que a falta de manejo adequado das populações espontâneas e dos plantios comerciais, tem contribuído para o aumento de doenças nos dendezeiros baianos, entre as quais se destaca o anel-vermelho (AV) (Moura e Ferreira, 2017), causado pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* Cobb., que tem como vetor os besouros como *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Dryophthoridae) e *Rhinostomus barbirostris* Fabricius (Coleoptera: Curculionidae).

Levantamentos realizados pela Ceplac em plantios de caiaué, dendê e do HIE OxG na Estação Experimental Lemos Maia (ESMAI), no município de Una, BA, indicaram que o caiaué não é afetado pelo AV, enquanto o dendê é suscetível e o HIE OxG tem resistência moderada (Moura et al., 2013). Os resultados se referem a plantios com 25 anos de idade, nos quais baixa taxa de mortalidade de plantas devido à incidência do AV foi verificada no HIE OxG, aproximadamente 7% em uma população de 250 plantas, enquanto nos plantios de dendê, durante este mesmo período, a mortalidade devido à incidência do AV foi alta, 57% em uma população de 3.853 plantas. A resistência ao AV apresentada pelo HIE OxG é transmitida pelo caiaué, visto que, após décadas de plantio da espécie na ESMAI, nenhuma morte foi registrada devido a incidência do AV. Devido aos grandes prejuízos que o AV causa a dendeicultura baiana e da dificuldade para o controle da doença, é de grande interesse o cultivo dos HIE OxG no estado. Destaca-se que além da resistência ao AV os HIE OxG tem e qualidade do óleo superior ao do produzido pela origem africana e crescimento lento em altura, o que reduz o custo de colheita devido ao maior rendimento da mão de obra nesta operação, bem como, prolonga o período de viabilidade da exploração comercial dos plantios.

O óleo do HIE OxG tem menor quantidade de ácidos graxos livres do que o óleo do dendezeiro, por isso é um óleo com menor acidez e melhor qualidade, é também mais insaturado e com maior teor de vitamina E



e carotenos que o óleo do dendezeiro (Yap et al, 1991; Cadena et al., 2012; Mozzon et al., 2013; Chaves et al., 2018). Estudos também demonstram que o óleo do HIE OxG tem potencial para o preparo de alimentos funcionais, rico em polifenóis, com propriedades antioxidantes e impacto favorável sobre os lipídios plasmáticos humanos, relacionados com os fatores de risco cardiovascular (Lucci et al., 2016; Rodriguez et al., 2016). Devido a essas características, o uso do óleo do HIE OxG, principalmente no caso de produtos da culinária tradicional que utilizam o óleo de dendezeiro não refinado, proporcionará produtos de melhor qualidade, sabor, propriedades nutracêuticas e ou funcionais.

Considerando as características favoráveis do HIE OxG, tanto agrônômicas como de qualidade do óleo, vislumbra-se que seu cultivo pode contribuir de forma significativa para a sustentabilidade da dendeicultura baiana, principalmente de pequenos produtores, bem como destacar ainda mais a culinária tradicional baiana.

O objetivo deste estudo foi avaliar nas condições da Bahia, a produção e a composição de cachos e a morte devido a incidência do anel vermelho em progênies de HIE OxG, obtidas a partir de caiaué da origem Manicoré e dendezeiro da origem La Mé.

## Material e Métodos

O experimento foi instalado no mês de agosto de 2009 na Estação Experimental Lemos Maia (Ceplac/ Esmal), localizada no município de Una (Lat. 15° 17' S, Long. 39° 4' W, 20 m), região sul da Bahia. Esta área encontra-se em ambiente de Mata Atlântica, com clima tropical úmido, precipitação pluvial anual média de 1.827 mm, temperatura média anual de 24,7°C, com máxima de 30,9°C e mínima de 21,2°C e umidade relativa do ar de 70 a 80% (Faria et al., 2006).

Foram avaliadas 12 progênies interespecíficas, obtidas do cruzamento de genitores femininos de caiaué da origem Manicoré, com genitores masculinos de dendezeiro pisifera, das origens LM 2 T (7 progênies) e LM 10 T (5 progênies) (Tabela 1). O desenho experimental foi em blocos inteiramente casualizados, constituído por 12 tratamentos (progênies)

com 5 repetições e 12 plantas por parcela, sendo a parcela constituída por 3 linhas de 4 plantas. A área total do experimento foi de 6,12 hectares, constituído por 876 plantas, espaçadas 9 metros entre plantas em quincôncio, sendo 720 plantas úteis e 156 plantas de bordadura (linhas laterais e plantas das extremidades das linhas). Com o objetivo de ser fonte de pólen para o experimento, na mesma época, ao lado do mesmo, foram plantadas 320 mudas de dendê tenera.

Devido a baixa produção e viabilidade do pólen do HIE OxG (Manicoré x La Mé) e, também da baixa atratividade de polinizadores pelas suas inflorescências, Cunha e Lopes (2010) recomendam a polinização assistida para garantir a expressão do potencial genético da produção. Esta prática exige, além de uma fonte de pólen de dendezeiro, mão de obra intensiva para realizar 2 a 3 vezes por semana a polinização das inflorescências femininas em antese. Como estratégia para incrementar a polinização natural (vento e insetos) dos HIE OxG, na ausência da polinização assistida, evitando a utilização intensiva de mão de obra, que pode ser um fator limitante para o pequeno produtor, foram plantadas na mesma época da instalação do experimento, em área lateral, 288 dendezeiros de cultivares comerciais do tipo Tenera, produzidas pela Embrapa.

A correção do solo foi realizada antes do plantio com calcário dolomítico aplicando 2000 kg ha<sup>-1</sup>. O manejo do plantio consistiu no controle da vegetação espontânea, com coroamento das plantas na projeção da copa e roçagem das entrelinhas, adubação com

Tabela 1. Genealogia de doze cruzamentos (progênies) entre a palmeira caiaué (*Elaeis oleifera*) de origem Manicoré, genitores femininos, e dendezeiro (*E. guineensis*) de origem La Mé, genitores masculinos

progênie	Caiaué origem Manicoré		Dendezeiro origem La Mé		
	Genitor	Família	Genitor	Descendência	
1	RU 1604 D	RUC 107	RU 38 P	LM 10T	AF
2	RU 3645 D	RUC 110	RU 49 P	LM 2T	AF
3	RU 1582 D	RUC 88	RU 2652 P	LM 2T	AF
4	RU 2847 D	RUC 99	RU 1997 P	LM 10T	AF
5	RU 1497 D	RUC 16	RU 2652 P	LM 2T	AF
6	RU 87 D	RUC 100	RU 49 P	LM 2T	AF
7	RU 2950 D	RUC 100	RU 2709 P	LM 2T	AF
8	RU 2791 D	RUC 43	RU 49 P	LM 2T	AF
9	RU 2781 D	RUC 43	RU 49 P	LM 2T	AF
10	RU 2887 D	RUC 81	RU 52 P	LM 10T	AF
11	RU 1406 D	RUC 2	RU 2714 P	LM 10T	AF
12	RU 97 D	RUC 12	RU 1997 P	LM 10T	AF

formulação NPK (20-10-20), iniciando com 300 g ano<sup>-1</sup> na fase improdutivo (até o 3º anos após o plantio) até 2.500 g ano<sup>-1</sup> na fase adulta (a partir do 6º anos após o plantio) e 30 g de boro por planta ano<sup>-1</sup>.

A avaliação da produção de cachos foi feita pelo registro do número e peso de cachos produzidos por planta de 2013 a 2017, no entanto, como é somente a partir do 5º ou 6º ano após o plantio que as plantas atingem o potencial produtivo da fase adulta, o primeiro ano de colheita (2013), referente ao 4º ano após o plantio, não foi incluído na avaliação do potencial produtivo das progênies. A produção de cachos de frutos frescos (CFF) por planta, expressa em kg.ano<sup>-1</sup>, foi convertida para produtividade de CFF, expressa em t.ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, considerando a densidade de plantio de 143 plantas ha<sup>-1</sup>. Os dados de produção das 12 progênies, referentes ao período 2014-2017, foram submetidos à análise de variância utilizando-se do pacote estatístico SisVar v. 5.6/2015 e as médias agrupadas pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Para comparar as médias das progênies das descendências de genitores masculinos LM 2T (sete progênies) e LM 10T (cinco progênies) foi aplicado o Teste t ( $\alpha = 0,05$ ).

A análise da composição física dos cachos foi realizada com amostragem de cinco cachos por progênie. Após a colheita e pesagem do cacho fresco, com auxílio de uma machadinha, foram retiradas as espiguetas com frutos da raque, sendo estes componentes pesados separadamente. Em seguida, foram tomadas ao acaso 20 espiguetas das quais foram retirados e pesados os frutos, sendo estes separados em normais e partenocárpicos. Para classificação dos frutos estes foram cortados e verificada a presença de amêndoa, neste caso considerado normal e, ao contrário, partenocárpico. Os frutos normais e partenocárpicos foram pesados separadamente. Posteriormente, uma amostra de 20 frutos normais foi tomada ao acaso e pesada. Os 20 frutos foram despolidos manualmente e as sementes (diásporo) pesadas e, por diferença, obtido o peso da polpa. Os dados foram expressos em peso médio do cacho, percentual de frutos normais sobre o peso do cacho, percentual frutos partenocárpicos sobre o peso do cacho, percentual frutos normais sobre o número de frutos, percentual de frutos partenocárpicos sobre o número de frutos, peso médio dos frutos e percentual de mesocarpo sobre o fruto.

Durante a condução do experimento foi avaliada a mortalidade de plantas atribuídas ao nematóide *Bursaphelenchus cocophilus*, agente causal do anel vermelho. Plantas identificadas com sintomas comuns do AV, como encurtamento e amarelecimento das folhas centrais, progredindo para as folhas intermediárias e inferiores, abortamento de cachos e apodrecimento do meristema apical, foram derrubadas e realizado o corte transversal do estipe, sendo a doença confirmada pela verificação da presença interna de anel amarronzado, típico em plantas atacadas pelo nematoide *B. cocophilus*. Nas plantas afetadas pelo AV, o apodrecimento do meristema apical é favorecido pelas galerias decorrentes do ataque das larvas e de microorganismos. O fungo *Ceratocystis paradoxa*, foi o patógeno mais comuns identificado nas plantas mortas. O percentual de plantas mortas devido ao AV foi registrada no experimento com os HIE OxG e no plantio tenera estabelecido ao lado deste, o qual foi utilizado como testemunha, visto ser este o tipo de material utilizado nos plantios comerciais de dendê na Bahia.

Para verificar a atratividade dos insetos pelas inflorescências dos HIE OxG e o potencial destes na polinização, foi avaliada a densidade populacional dos curculionídeos polinizadores *Elaeidobius kamerunicus* e *E. subvittatus* sobre as inflorescências masculinas e femininas do HIE OxG. Foi coletada uma inflorescência masculina no estágio de antese por semana, entre 8h e 12h, totalizando assim 96 inflorescências examinadas no período estudado. Após a coleta, a inflorescência foi colocada dentro de um saco plástico submetido a forte agitação para separação e coleta dos insetos polinizadores para contagem. Para amostragem dos visitantes das inflorescências femininas, foi colocada uma cartela adesiva de 27 cm<sup>2</sup> sobre uma inflorescência em estágio de antese, sendo esta mantida durante três dias, correspondente ao período de receptividade das flores. Ao fim desse tempo, as cartelas foram retiradas e os insetos ali retidos contados. Esse procedimento foi feito sobre 6 inflorescências anualmente, totalizando 18 inflorescências examinadas por progênie.

Dados climáticos referentes à temperatura e precipitação foram registrados durante a condução do experimento.

## Resultados e Discussão

Em janeiro de 2013, aos quarenta meses após o plantio, deu-se início ao registro da produção de cachos, sendo a avaliação conduzida até 2017, oitavo ano após o plantio (Figura 1). Em plantios comerciais com tenera a colheita dos cachos, em geral, começa entre 30 e 40 meses após o plantio, quando o peso de cachos produzidos por planta e o rendimento em óleo do cacho justifica os custos operacionais de colheita, transporte e processamento. Este comportamento pode ser verificado na evolução da produção de cachos apresentada na Figura 1, com baixa produção de cachos em 2013 e forte aumento (353%) a partir de 2014. Destaca-se também, acentuada queda em 2016 quando comparado aos anos 2015 e 2017, o que pode ser atribuída a forte estiagem ocorrida na região cacaueira da Bahia nos anos de 2015 e 2016 (Figura 2), especificamente no município de Una-BA, onde se localiza a área experimental, do quarto trimestre de 2015 ao primeiro semestre de 2016 as precipitações pluviárias mensais foram abaixo das médias históricas. A ocorrência de déficit hídrico afeta tanto a produção atual como futura do dendezeiro, pois influencia a emissão de inflorescências, com aumento das masculinas e redução das femininas, o que resulta em menor produção de cachos em período subsequente, ocorre redução da emissão foliar, portanto, também reduzindo o número

de cachos que serão produzidos, ocorre redução do peso médio dos cachos que estão em formação e do conteúdo de óleo desses cachos (Bastos et al., 2001; Corley & Tinker, 2003; Abrapalma, 2016).

A produção de cachos das progênes de HIE OxG ocorreu durante todos os meses do ano, com médias de abril a agosto superiores aos demais meses do ano e, neste período, picos de produção em abril, junho e agosto (Figura 3), com distribuição semelhante a verificada nos dendezeiros de origem africana no sul da Bahia. A interação meses do ano x tratamento não foi significativa, demonstrando distribuição similar da produção das progênes ao longo do ano.

A produtividade de cachos de frutos frescos (CFF) variou de 11,10 (tratamento 10) a 17,57 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (tratamento 2) com efeito significativo de progênes (Tabela 2). As médias das progênes foram discriminadas em quatro grupos, sendo a progênie 2 a mais produtiva (17,57 t de CFF ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), seguida das progênes 6, 9, 3, 8 e 12, com médias entre 13,27 e 15,19 t de CFF ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. O terceiro grupo, com médias entre 11,21 e 13,76 t de CFF ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foi formado pelos tratamentos 5, 11, 1 e 7. As progênes 10 e 4, as menos produtivas, formaram o quarto grupo com médias de 11,10 e 11,33 t de CFF ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Foi também significativa (Teste t,  $\alpha = 0,05$ ) a diferença entre a produtividade anual média de CFF (t ha<sup>-1</sup>) das sete progênes provenientes de

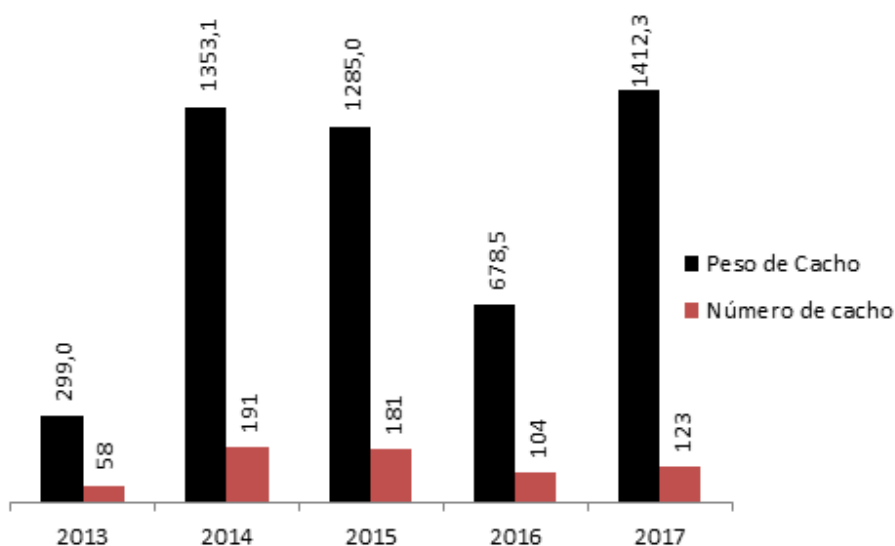


Figura 1. Produção anual de cachos, em peso (kg) e número, de 720 plantas de HIE OxG Manicoré (Caiaué) x La Má (dendezeiro), avaliadas do 4º (2013) ao 8º ano (2017) após o plantio. Una - BA.



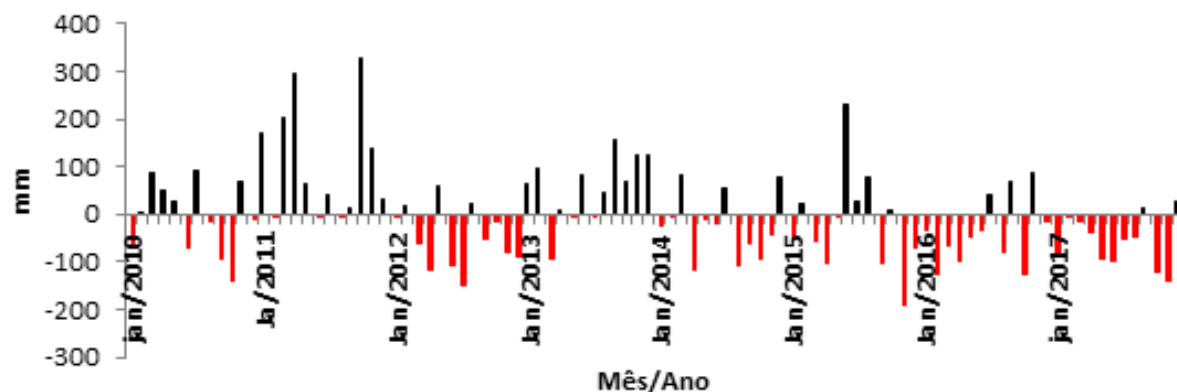


Figura 2. Desvio da precipitação pluvial em relação à média do período estudado Una-BA, 2010-2017.

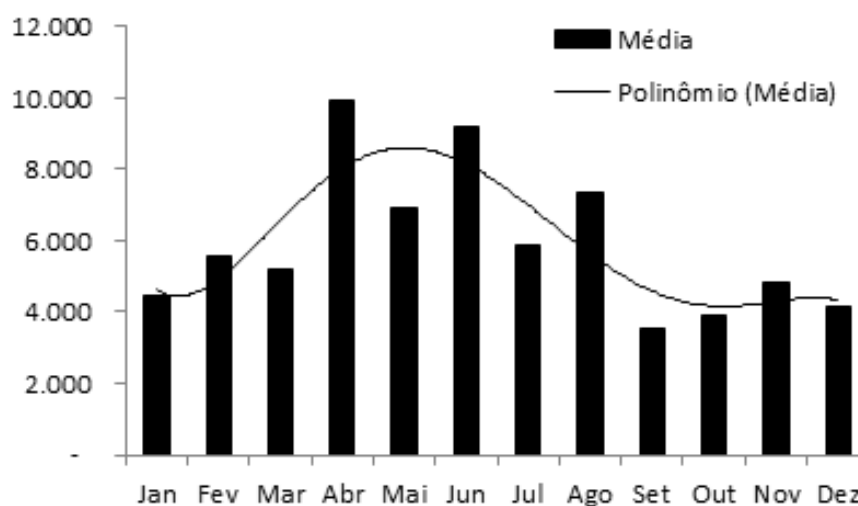


Figura 3. Variação mensal da produção de cachos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro no município de Una-BA. Dados médios de produção dos anos de 2013 a 2017.

genitores de dendezeiro da origem LM 2 T ( $15,10 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) das cinco provenientes da origem LM 10 T ( $12,67 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ). Verifica-se ainda que a progênie mais produtiva e quatro das cinco progênes do segundo grupo mais produtivo são de genitores da origem LM 2 T. Por outro lado, as duas progênes do grupo menos produtivo são de genitores LM 10 T. Esses resultados indicam que para obter maior desempenho no cultivo do HIE OxG na Bahia, devem ser utilizados os cruzamentos de caiaué da origem Manicoré com dendezeiro da origem LM 2 T.

As progênes avaliadas foram obtidas de genitores utilizados na produção de sementes da cultivar BRS Manicoré, que tem potencial produtivo de 25 a 30 t de CFF  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (Cunha e Lopes, 2010). No entanto, esses autores salientam que para expressão desse

potencial produtivo é necessário a polinização assistida a cada 2 ou 3 dias, caso contrário, produtividades abaixo de 10 t de CFF  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  são esperadas, variando o resultado com a disponibilidade de pólen e a população natural de polinizadores. Portanto, pelas médias de produtividade verificadas, principalmente das seis progênes mais produtivas, que superaram 14 t de CFF  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , a estratégia de plantio de plantas de cultivares tenra ao lado do experimento, contribuiu para o fornecimento de pólen e manutenção da população de polinizadores, o que refletiu positivamente na produtividade das progênes. Deve-se salientar que produtividade anual média também foi afetada pelas condições climáticas atípicas nos anos 2015 e 2016, que são desfavoráveis tanto para planta como para os polinizadores, provocando redução da produção de

Tabela 2 - Médias anuais da produção de cachos de frutos frescos (CFF) por planta ( $\text{kg. ano}^{-1}$ ), produtividade de CFF ( $\text{t. ha}^{-1}$ ) e número de cachos produzidos por planta de 12 progêneses híbridas interespecíficas provenientes do cruzamento de caiaué (origem Manicoré) com dendezeiro (origem La Mé), avaliadas do 4º (2014) ao 8º (2017) ano após o plantio. Una - BA

progênie	Produção de CFF por planta <sup>1</sup> ( $\text{kg.ano}^{-1}$ )	Produtividade de CFF ( $\text{t.ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ )	Nº médio de cachos planta. $\text{ano}^{-1}$
10	78 D	11,10 D	10,4
4	79 D	11,33 D	10,9
5	89 C	12,69 C	12,0
11	92 C	13,09 C	12,7
1	95 C	13,53 C	12,4
7	96 C	13,76 C	12,8
12	100 B	14,29 B	13,4
8	104 B	14,94 B	13,4
3	107 B	15,23 B	12,0
9	109 B	15,60 B	13,6
6	111 B	15,91 B	12,3
2	123 A	17,57 A	14,1
Descendência masculina**			
LM 2T	105,58 A	15,10 A	12,9
LM 10T	88,80 B	12,67 B	12,0

\* Médias de progêneses seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Skott-Knott ( $P < 0,05$ ).

\*\* Médias das descendências masculinas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste t ( $\alpha = 0,05$ ).

cachos. Portanto, em condições climáticas típicas da região, produtividades superiores serão obtidas.

A necessidade de polinização assistida é uma desvantagem do HIE OxG comparativamente ao dendezeiro Tenera. Nos HIE OxG é comum a ocorrência de anomalias nas inflorescências masculinas, fenômeno conhecido como ginandromorfia (Chia et al., 2012). A arquitetura das inflorescências ginandromorfas assemelha-se às inflorescências masculinas normais, apresentando espiguetas cilíndricas elipsoides, carregando muitas flores, mas em vez das flores masculinas, desenvolvem-se pequenas flores femininas e a inflorescência é incapaz de produzir pólen (Baudouin, 1983). Além disso, a polinização no HIE é afetada pela baixa atratividade dos polinizadores da espécie africana, pelas inflorescências do HIE OxG e pela menor viabilidade de pólen produzido (Chia et al., 2009). Em virtude dessas características, plantios comerciais de HIE OxG requerem polinização assistida para atingir seu potencial produtivo (Cunha e Lopes, 2010), o que eleva

o custo de produção, pois é necessário produzir ou comprar pólen, e manter rondas para polinização a cada dois ou três dias, para identificar e polinizar inflorescências femininas no período adequado de recepção do pólen. Embora a recomendação técnica seja de realizar a polinização assistida nos cultivos comerciais do HIE OxG, os resultados obtidos neste estudo indicam que, em áreas de pequena extensão, como a avaliada, se existirem plantas de dendezeiro nas proximidades é possível cultivar o HIE OxG na Bahia e obter bons resultados em produção, mesmo não sendo atingido o potencial produtivo, pois este material apresenta diversas vantagens em relação ao cultivo das cultivares de dendezeiro do tipo tenera.

Destaca-se que embora a produtividade observada tenha sido abaixo do potencial produtivo dos HIE OxG, não foi registrado abortamento significativo de cachos, fato comum quando há deficiência de polinização. Este fato pode ser explicado pela visitação dos insetos polinizadores, que

contribuíram para polinização, mesmo que deficiente, em nível suficiente para garantir a fixação dos cachos. A composição dos cachos (Tabela 3) também indica que houve eficiência da polinização natural das inflorescências. A média do percentual de frutos normais sobre o peso do cacho (FN1) foi de 51,3%, variando de 44,4 a 56,1%, e a média do peso médio de cachos (PMC) foi de 16,1 kg. Na avaliação de progêneses HIE OxG obtidas de diferentes origens de caiaué e dendê, do 7º ao 13º ano após o plantio, Lopes et al. (2012) relataram PMC de 13,5 kg, enquanto o valor genotípico para PMC da melhor progênie de caiaué da origem Manicoré (RUB 58) foi de 16,2 kg. Na avaliação da produção de cachos do 3º ao 6º anos após o plantio de 42 progêneses de HIE OxG, o PMC verificado por Gomes Junior et al. (2016) foi de 8,2 kg, no entanto, ressalta-se que o baixo valor é decorrente da avaliação ter incluído os primeiros anos de produção, quando o peso dos cachos é menor. A média para percentual de mesocarpo no fruto (MF) foi de 70,5%, valor um pouco inferior ao verificado por Barba (2016),

76,1%, na avaliação de progênies de HIE OxG utilizando caiaué da origem Taisha. A necessidade da polinização assistida fica também evidente quando observado o percentual de frutos normais, tanto sobre o peso do cacho como sobre o número de frutos, que foi baixa (Tabela 3).

Nas Figuras 4 e 5 encontram-se o comportamento de visitação dos curculionídeos polinizadores *Elaeidobius kamerunicus* e *E. subvittatus* nas inflorescências masculinas e femininas do HIE. Tanto na área experimental da Esmal, como em todos os plantios ou populações espontâneas de dendezeiro no sul da Bahia, *E. kamerunicus* sempre sobrepôs à população de *E. subvittatus*. No entanto, entre os anos de 2015-2017 aconteceu o inverso, ou seja, a população de *E. subvittatus* justapõe. É possível que muitos indivíduos de *E. kamerunicus* tenham morrido por dessecação em virtude da forte estiagem nesse período. Já *E. subvittatus* apresenta comportamento mais ativo nos meses mais quentes (Moura et al, 2008). Assim, com mais espaço nas espiguetas masculinas para oviposição e alimentação de pólen, sua população cresceu.

Observou-se que no plantio de dendê tipo tenera ao lado do experimento dos HIE OxG, as perdas devido

a morte de plantas atacadas pelo AV foi de 51% contra 4% nos HIE. A alta resistência ao AV observada neste estudo corrobora com as observações apresentadas por (Moura et al., 2013), que relatou mortalidade de 7% em plantio de HIE OxG estabelecidos na ESMAI (Figura 6). Ressalta-se que embora as mortes sejam atribuídas ao AV, não é incomum a associação desta com o patógeno *C. fimbriata*.

Na Bahia, onde o óleo bruto (não refinado) de dendê tem amplo uso e importância na culinária, a qualidade do óleo, como a do HIE OxG, com baixa acidez e alta concentração de antioxidantes e vitaminas (Yap et al, 1991; Cadena et al., 2012; Mozzon et al., 2013; Chaves et al., 2018), é altamente favorável aos produtores, que poderão obter melhor remuneração pelo produto, e também aos consumidores, que terão acesso a produtos de melhor qualidade e mais saudáveis.

## Considerações finais e Conclusões

O declínio da dendeicultura baiana está calcado em vários fatores, tais como: custo com a colheita em razão da altura, baixa produtividade, óleo com alta acidez em

virtude do mau manejo, falta de assistência técnica e problemas fitossanitários. A inexistência de matéria prima, em razão de fatores supracitados, tem levado algumas empresas de médio e grande porte a comprarem o óleo de dendê diretamente do estado do Pará. Já o pequeno agronegócio dendê na Bahia, constituído pelos chamados “roldões” que representam a grande maioria das unidades processadoras do óleo, localizadas na região conhecida como Baixo Sul, vem sofrendo sério revés econômico pela diminuição da matéria prima, ou seja, cachos de dendezeiro. Há que se lembrar que os “roldões” são responsáveis pela geração de cerca de 3.000 empregos diretos e de parcela considerável da renda regional (Melo e Oliveira, 2006).

Alicerçado na exposição acima e entrevedo a dendeicultura baiana sob

Tabela 3. Composição física de cachos de 12 progênies de híbrido interespecífico de caiaué (origem Manicoré) e dendezeiro tipo pisifera (origem La Mé). Esmal-2018.Una-BA

progênie	PMC (kg)	FN1 -----	FP2 (%)	FN3 -----	FP4 (%)	PMF (g)	MF (%)	Nº de cachos
1	17,5	55,5	32,9	37,5	62,4	9,9	77,1	4
2	16,0	46,3	40,5	30,2	69,8	12,2	71,1	8
3	19,8	53,3	31,4	28,0	72,0	11,4	60,6	5
4	18,2	52,6	36,9	31,8	68,2	10,6	74,5	5
5	13,8	49,6	37,8	31,3	68,7	10,8	72,4	6
6	19,6	50,2	39,2	27,8	72,1	11,9	70,3	5
7	16,5	56,0	32,4	39,0	61,0	11,3	72,7	5
8	13,7	48,9	33,8	35,0	64,9	12,3	66,4	5
9	15,0	56,1	30,5	39,4	60,6	11,4	70,3	5
10	16,4	51,8	37,9	26,4	73,6	9,4	74,2	5
11	14,3	50,6	29,7	26,6	73,4	10,7	65,8	7
12	12,5	44,4	43,3	21,5	78,5	10,0	70,8	5
Média	16,1	51,3	35,5	31,2	68,8	11,0	70,5	

PMC = peso médio do cacho; FN1 = percentual de frutos normais sobre o peso do cacho; FP2 = percentual frutos partenocárpico sobre o peso do cacho; FN3 = percentual frutos normais sobre o número de frutos; FP4 = percentual de frutos partenocárpico sobre o número total de frutos; PMF = peso médio dos frutos; MF = percentual de mesocarpo no fruto.



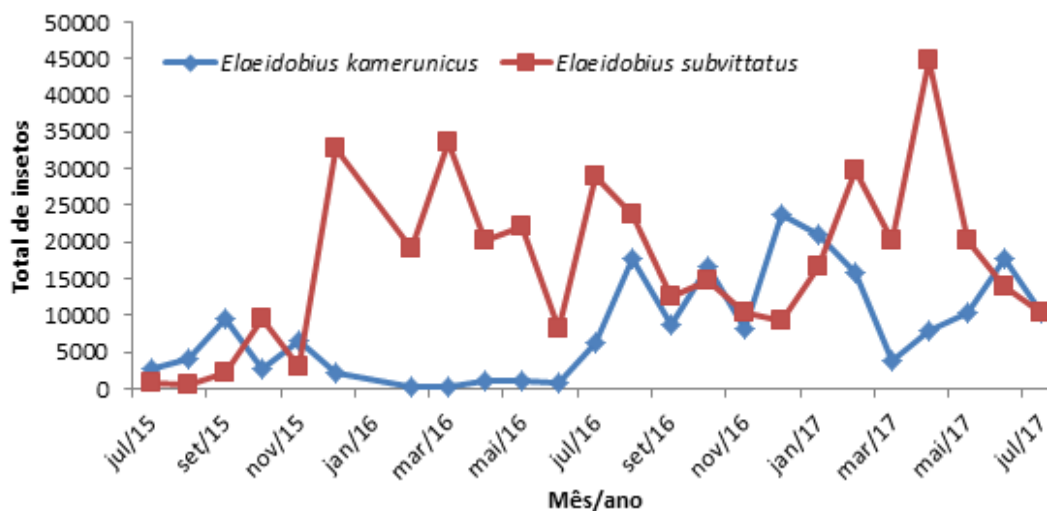


Figura 4. Visitação dos polinizadores *Elaeidobius kamerunicus* e *E. subvittatus* sobre as inflorescências masculinas de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro. Ceplac/Esmal, Una - BA.

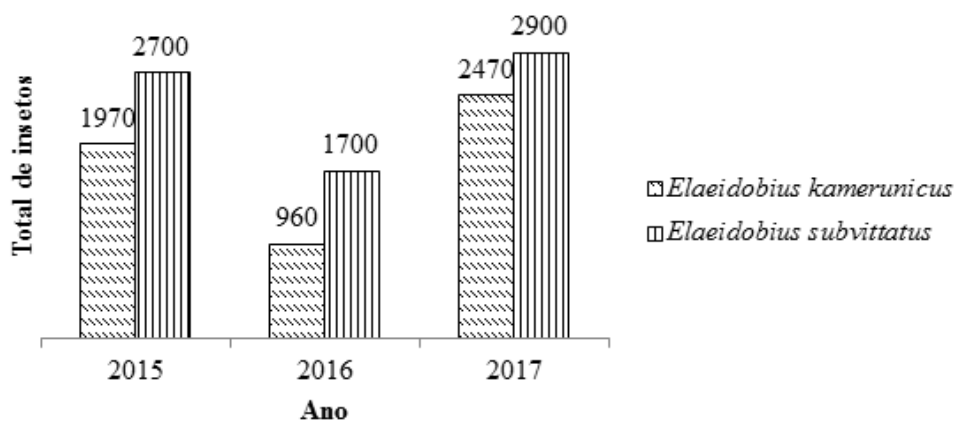


Figura 5. Visitação dos polinizadores *Elaeidobius kamerunicus* e *E. subvittatus* sobre as inflorescências femininas de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro. Ceplac/ Esmal, Una-BA.

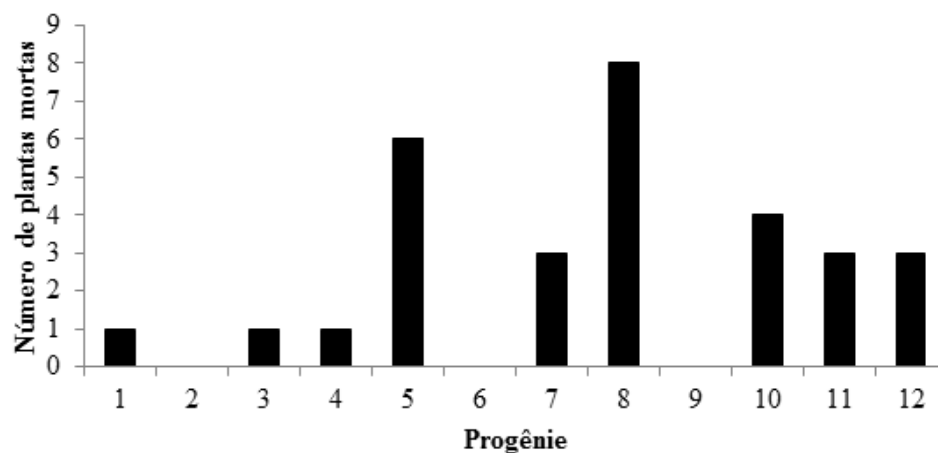


Figura 6. Número de plantas mortas por progênie de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro após oito anos de plantio.

outra perspectiva, isto é, renovada e fortemente inovada, o HIE OxG insere-se nessa conjuntura, pois suas vantagens sobrepõem às do tipo Dura e de Tenera, notadamente quando se trata de azeite de excelência para as “baianas de acarajé” e pequenos restaurantes por todo o território baiano, especialmente Salvador, Costa do Dendê e Costa do Descobrimento. É pertinente citar ainda, que não só as boas características nutricionais do HIE pesam, mas sim, suas qualidades agronômicas, tais como baixo porte e resistência moderada a pragas e doenças. O porte baixo do HIE permite minimizar custos de colheita e, de certa forma, torna-se mais produtivo que o Tenera, pois se estima, poderá ser explorado por quase 40 anos. Já a colheita de cachos do Tenera depois de 25 anos de idade, torna-se inviável economicamente, em virtude da altura.

A produtividade de cachos obtida, mesmo sem a realização da polinização assistida, indica alto potencial produtivo do HIE OxG nas condições da Bahia, particularmente das progênes de caiaué da origem Manicoré e de dendezeiro LM 2 T, que podem compor uma cultivar recomendada para a região. Além de serem mais produtivas, essas progênes também demonstraram não serem afetadas ou serem muito pouco afetadas por doenças e artrópodes. Porém, é recomendado avaliar o desenvolvimento de progênes dessas origens também em outros locais ao longo da Costa do Dendê, visando determinar seu crescimento frente aos fatores bióticos e abióticos peculiar a cada região.

Por último, há que se considerar que a polinização assistida do HIE, a exemplo do que vem fazendo algumas empresas do norte do Brasil, coloca a produtividade de cachos dos HIE OxG no mesmo patamar das cultivares de dendezeiro africano tipo Tenera, já produzidas pela Embrapa (25 t a 30 t de cachos/ha/ano) (Cunha e Lopes, 2010). Assim no contexto da pequena agricultura e da agricultura familiar, principalmente nos municípios situados na Costa do dendê, a introdução do HIE em sistemas agroflorestais e/ou juntamente com a implantação de cacauais poderia trazer ganhos econômicos e, naturalmente sociais. Embora haja forte relação cultural com a dendeicultura nessas regiões, é preciso forte mudança comportamental para que haja aceitação.

## Agradecimentos

À Petrobras pelo aporte financeiro ao projeto biodiesel, aos pesquisadores José Roberto Vieira de Melo, Jonas de Souza, Hermann Celso Fonseca Isensee e Ismael de Souza Rosa, que não mediram esforços para a introdução do HIE OxG na Esmal e a Embrapa Amazônia Ocidental pela doação das mudas de HIE OxG.

## Literatura Citada

- ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE OLEO DE PALMA - ABRAPALMA. 2016. Déficit hídrico e impacto na produção de óleo de palma. Abrapalma, Belém, PA. Nota técnica N° 001/2016. Disponível em: <[http://www.abrapalma.org/pt/wp-content/uploads/2016/07/NT001\\_2016\\_Deficit\\_Hidrico\\_Abrapalma.pdf](http://www.abrapalma.org/pt/wp-content/uploads/2016/07/NT001_2016_Deficit_Hidrico_Abrapalma.pdf)>.
- BARBA, J. 2016. Introgresión de genes *E. guineensis* en híbridos interespecíficos OxG para recuperar la fertilidad del polen y otras características deseables en palma de aceite. Palmas 37:285-293.
- BASTOS, T. X. et al. 2001. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do dendezeiro no Estado do Pará. Revista Brasileira de Agrometeorologia 9(3): (N° Especial: Zoneamento Agrícola):564-570.
- BAUDOUIM, L. 1983. Etude de la fertilité de l'hybride interspécifique de palmier à huile *Elaeis melanococca* Gaert. x *Elaeis guineensis* Jacq. Tese Doutorado. Paris, Université de Paris, SUD Centre D'Orsay. 125p.
- CADENA, T. et al. 2012. Lipase activity, mesocarp oil content, and iodine value in oil palm fruits of *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*, and the interspecific hybrid OxG (*E. oleifera* x *E. guineensis*). Journal Science Food Agricultural 93(3):674-80.
- CAMILLO, J. et al. 2014. Seed biometric parameters in oil palm accessions from a Brazilian germplasm bank. Pesquisa Agropecuária Brasileira 49:604-612.
- CHAVES, G.; LIGARRETO-MORENO, G. A.; CAYON-SALINAS, D. G. 2018. Physicochemical characterization of bunches from American oil palm (*Elaeis oleifera* H.B.K. Cortes) and their

- hybrids with African oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Acta Agronomie* 67(1):168-176.
- CHIA, G. S. et al. 2009. Germinação in vitro de pólen de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. *Ciência Rural (Brasil)* 39 (5):1569-1571. Doi.org/10.1590/S0103-84782009005000082.
- CHIA, G. S. et al. 2012. Gene sh e ginandromorfia em inflorescências masculinas de híbridos F1 entre o caiaué e o dendezeiro. *Revista de Ciências Agrárias / Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 55:212-219.
- CORLEY, R. H. V.; TINKER, P. B. 2003. *The oil palm*. Blackwell Science Ltd. 562p.
- CUNHA, R. N. V.; LOPES, R. 2010. BRS Manicoré: Híbrido interespecífico entre Caiaué e o Dendezeiro Africano recomendado para áreas de incidência do amarelecimento-fatal. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado Técnico n. 85. 3p.
- CUNHA, R. N. V. et al. 2012. Domestication and Breeding of the American oil palm. In: Borém, A.; Lopes, M.T.G.; Clement, C.; Noda, H. orgs. *Domestication and Breeding - Amazon Species*. 1ed. Viçosa, MG: Suprema Editora LTDA 14: 275-296.
- FARIA, D. et al. 2006. Bat and bird assemblages from forests and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 2:587-612.
- GOMES JUNIOR, R. A. et al. 2016. Bunch yield of interspecific hybrids of American oil palm with oil palm in the juvenile phase. *Croop Breeding and Applied Biotechnology* 16:86-94.
- LEITMAN, P. et al. 2013. Arecaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB34035>>. Acessado em: 4 out 2018.
- LOPES, R.; CUNHA, R. N. V.; RESENDE, M. D. V. 2012. Produção de cachos e parâmetros genéticos de híbridos de caiaué com dendezeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 47:1496-1503.
- LUCCI, P. et al. 2016. Palm oil and cardiovascular disease: a randomized trial of the effects of hybrid palm oil supplementation on human plasma lipid patterns. *Food Function*. DOI: 10.1039/C5FO01083G.
- MELO, A. M. de.; OLIVEIRA, A. B. R. 2006. *Dendeicultura na Bahia*. Mapa-Conab. 10p.
- MEUNIER, J. 1975. Le palmier à huile américain *Elaeis melanococca*. *Óléagineux* 30(2):51-61.
- MOURA, J. I. L. et al. 2008. Polinização do dendezeiro por besouros no Sul da Bahia. *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária* 43 (3):289-294.
- MOURA, J. I. L. et al. 2013. Preferência do bicudo-das-palmeiras por dendezeiro, caiaué e por seu híbrido interespecífico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 48 (4):454-456.
- MOURA, J. I. L.; FERREIRA, J. M. S. 2017. *Rhynchophorus palmarum* In: Moura, J. I. L.; Argolo, R.C. eds. *Manejo integrado das pragas das palmeiras*. Ilhéus, BA. pp.13-48.
- MOZZON, M. et al. 2013. Crude palm oil from interspecific hybrid *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*: Fatty acid regiodistribution and molecular species of glycerides. *Food Chemistry* 141:245-252.
- RIOS, S. A. et al. 2015. Caiaué. In: Lopes, R.; Oliveira, M.S.P.; Cavallari, M.M. et al. orgs. *Palmeiras Nativas do Brasil*. 1ed. Brasília, DF, EMBRAPA 1: 211-246.
- RODRIGUEZ, J. C. et al. 2016. Effects of the fruit ripening stage on antioxidant capacity, total phenolics, and polyphenolic composition of crude palm oil from interspecific hybrid *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*. *Journal Agricultural Food Chemistry* 64:852-859.
- SANTOS, E. A. dos. 2010. Caracterização de dendezeiros subespontâneos com base na produção de frutos e cachos. Ilhéus, BA, UESC. 74 p.



SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA E PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS – SISVAR. Lavras, MG, UFLA Versão 5.6/2015.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Oil Crops Yearbook 2016. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/>

[viewDocumentInfo.do?documentID=1290>](#). Acessado em: 3 out 2018.

YAP, S. C. et al. 1991. Quantitative analysis of carotenes in the oil from different palm species *Elaeis* 3:369-378.



## INDUÇÃO DE FLUXO FOLIAR PRECOCE EM CLONES DE SERINGUEIRA PARA USO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM O CACAUEIRO

*José Raimundo Bonadie Marques, Ana Paula Santos Silva, Lindolfo Pereira dos Santos Filho, Raúl René Meléndez Valle*

CEPLAC/CEPEC, Rod. Ilhéus/Itabuna, km 22, 45660-000, Ilhéus, BA, Brasil. E-mail: bonadiemarques@yahoo.com.br

O plantio da seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd ex Adr. de Juss.) Müell, Arg.] em substituição de espécies de *Erythrina*, realizado nas entrelinhas de cacauieiro (*Theobroma cacao* L.), mesmo orientado no sentido Leste-Oeste, sofre forte restrição de luminosidade nos primeiros meses de crescimento. Isso por ser introduzida sob o dossel formado por eritrinas remanescentes, cacauieiros adultos e outras essências florestais nativas da Mata Atlântica existentes na área do sistema anterior de uso da terra (*cacau-eritrina*). Neste artigo se relatam técnicas de manejo mais adequada no sentido de incrementar o crescimento vertical da haste principal das mudas recém-implantadas de seringueira, através da indução precoce de fluxos foliares pelo uso da prática da *castração* ou remoção das gemas axilares. A *castração* das gemas axilares do último lançamento de folhas maduras pode alterar a translocação de fotoassimilados que normalmente dão origem às brotações laterais (drenos naturais) a cada emissão de um novo fluxo foliar. A finalidade é desviar a máxima proporção desses fotoassimilados para o meristema apical, dada à proximidade e à força exercida entre esses órgãos drenos, promovendo, com isso, uma maior elongação e, conseqüentemente, um aumento no comprimento do novo lançamento foliar. Em condições de jardim clonal foram avaliados seis clones divididos em três tratamentos: a) *castração* ou remoção das gemas axilares b) desbrota das brotações laterais e c) crescimento natural da planta por aproximadamente um ano. Durante o período experimental, após cada emissão de um novo fluxo foliar, avaliou-se o comprimento do lançamento foliar maduro, que resultou na altura da haste principal, e número total de lançamentos. Os resultados mostraram diferença significativa para altura da haste principal e número total de lançamentos, evidenciando que a *castração* ou remoção das gemas axilares foi o tratamento mais eficaz em promover o crescimento vertical da haste principal em todos os clones avaliados, com destaque para o SIAL 893, IAN 6590 e PMB 1.

**Palavras-chave:** *Hevea brasiliensis*, manejo da planta, translocação de fotoassimilados, meristema apical, gemas laterais.

**Induction of early leaf flushing in rubber tree clones for use in agroforestry systems with cacao.** The planting of rubber trees (*Hevea brasiliensis*) in substitution to *Erythrina* species, done between cacao rows, even oriented in the East-West direction, undergoes strong restriction of luminosity in the first months of growth. This is because they are introduced under the canopy of remaining erythrines, adult cacao and other native forest trees of the Atlantic Forest existing in the area of the former land use system (cocoa-*Erythrina*). This article reports more adequate management techniques in order to increase the vertical growth of the main stem of the newly-implanted rubber tree seedlings by early induction of leaf flushing through the use of *castration* or removal of axillary buds. The castration of axillary buds from the last mature leaf flush may alter the translocation of photoassimilates that normally give rise to side shoots (natural drains) at each emission of a new leaf flushing. The aim is to divert the maximum proportion of these photo-assimilates to the apical meristem, given the proximity and the force exerted between these draining organs, thus promoting greater elongation and, consequently, an increase in the length of the new leaf flush. In clonal garden conditions, six clones were evaluated, divided into three treatments: a) castration or removal of axillary buds; b) elimination of lateral shoots; and c) maintenance of lateral sprouts for a longer period. During the experimental period, after each emission of a new leaf flush the length, diameter and total number of flushes were evaluated. The results showed a highly significant difference for stem length and total number of flushes, showing that castration was the most effective treatment in promoting vertical growth of the main stem in all clones evaluated, SIAL 893, IAN 6590 and PMB 1.

**Key words:** *Hevea brasiliensis*, plant management, photoassimilate translocation, apical meristem, lateral buds.

## Introdução

Ao contrário de outras regiões produtoras de borracha natural do País, na Bahia, a seringueira (*Hevea brasiliensis*) vem sendo implantada em sistemas agroflorestais (SAFs) com o cacaueteiro e, ou, outros cultivos agrícolas (Marques et al., 2014). Esses sistemas de plantio são alternativas sustentáveis de uso da terra e de outros recursos naturais renováveis (Abdo et al., 2008; Pawlowski, 2008; Yamada & Gholz, 2002) por reduzir custos de implantação, diminuir o período de imaturidade econômica, melhorar a utilização dos fatores de produção (luz, água, espaço e nutrientes), gerar empregos e melhorar a distribuição de renda durante o ano e por todo o ciclo de exploração das culturas permanentes.

Existem duas modalidades de arranjo produtivos recomendadas pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) para a utilização da seringueira como componente arbóreo em SAF multifuncional com o cacaueteiro no sul da Bahia. Estas modalidades se enquadram perfeitamente dentro dos SAF mistos permanentes relatados por Alvim (1989a). Um deles é caracterizado como contínuo, por associar os diferentes componentes em arranjos espaciais de alto grau de intimidade, cobrindo em conjunto e disseminadamente toda a superfície cultivada (Alvim, 1989b). Trata-se, portanto, de um sistema de plantio regional diferente dos outros existentes, que visa dar sustentabilidade aos agronegócios cacau e borracha. Isso por renovar, recompor e, principalmente, recuperar a produtividade dos cacaueteiros atacados por vassoura de bruxa, ampliando simultaneamente a área cultivada com seringueira (Marques e Monteiro, 2016). Ressalta-se ainda que todas essas vantagens são obtidas a um custo menor, sem desmatar florestas primárias e nem causar alterações nas características do solo do sistema anterior de uso da terra (*cacau-eritrina*), mantendo os mecanismos naturais de reciclagem de nutrientes (Marques e Monteiro, 2016).

Entretanto, a seringueira no sistema contínuo enfrenta forte restrição de luminosidade nos primeiros meses de idade por ser plantada no extrato inferior do agrossistema *cacau-eritrina* (Figura 1). Esta restrição deve ser corrigida rapidamente para não afetar o seu crescimento e desenvolvimento vegetativo. Assim, para



Figura 1. Plantio de mudas enxertadas de seringueira nas entrelinhas de cacaueteiros adultos no sistema *cacau-eritrina*, em que há forte restrição luminosa, Fazenda Porto Seguro, Ilhéus, BA.

minimizar o sombreamento excessivo ocasionado pelo dossel de cacaueteiros adultos, os produtores devem adotar técnicas de manejo que visem acelerar o crescimento vertical da haste principal da muda recém-implantada. A *castração* ou remoção das gemas axilares é uma técnica sugerida por Marques et al. (2014) que provoca mudanças na relação fonte/dreno em seringueira e, com isso, altera a translocação de fotoassimilados entre órgãos da planta, priorizando o meristema apical.

Diversas técnicas de manejo têm sido adotadas para manipular experimentalmente as relações fonte e dreno em plantas cultivadas. Dentre elas, o anelamento do caule em *Inga vera* (Santos, 2009), *Ilex paraguariensis* (Santin et al., 2008; Medrado et al., 2002) e *Eucalyptus grandis* (Ribeiro et al., 1992), as variações na densidade de plantio e do número de frutos/planta em meloeiro (*Cucumis melo*) (Duarte e Peil, 2010), assim como espaçamentos diferentes entre plantas na fileira do cafeeiro (*Coffea arabica*) (Pereira et al., 2011). Também os estudos realizados para investigar a distribuição de fotoassimilados em gramíneas do grupo C<sub>3</sub> (Teixeira et al., 2005) e leguminosas de clima temperado (Chapman et al., 1991), poda apical (Peluzio et al., 1995; Oliveira et al., 1995) e a poda de cachos no tomateiro (*Solanum lycopersicum*) foram sugeridas como eficazes para o aumento da produção e da qualidade dos frutos (Guimarães et al., 2009). O anelamento basal e poda das raízes



também foram pesquisados em seringueira visando a indução de floração precoce (Nicolas, 1976; Carvalho, 1980). Nesta espécie, a partição de fotoassimilados torna-se ainda mais complexa na fase de exploração econômica (Oliveira et al., 2014), devido à competição estabelecida entre um dreno forte e artificial gerado pela sangria, que demanda regeneração frequente do látex exportado, e os drenos naturais da planta (Tupy, 1988).

A adoção da *castração* ou remoção das gemas axilares está respaldada no fato de que a seringueira durante a fase juvenil apresenta crescimento intenso, formando fluxos foliares sucessivamente até o terceiro ano de idade (Hallé & Martin 1968; Combe & Du Plessix, 1974). O início de um novo ciclo de crescimento ocorre logo após a quebra de dormência da gema apical e normalmente é acompanhada pela formação de brotações laterais. As brotações que surgem naturalmente das gemas axilares constituem drenos fortes importadores de fotoassimilados, caso não sejam removidas através da desbrota (Pereira, 2007; Pereira et al., 1997). As brotações laterais interferem no crescimento inicial da muda recém-implantada e na futura área do painel de sangria se permanecer por um maior período de tempo. O desenvolvimento destas brotações é um desperdício de assimilados que poderiam ser aproveitados por outros órgãos da planta. Desse modo, a técnica de manejo sugerida visa remover as gemas axilares do último lançamento foliar maduro antes mesmo da formação de um novo fluxo. Esta prática induz mudanças na relação fonte:dreno, redirecionando fotoassimilados que dariam origem às brotações laterais para o crescimento do meristema apical, dando origem a um novo fluxo foliar precoce e de maior comprimento.

A *castração* ou remoção das gemas axilares do último lançamento maduro, sem provocar ferimentos ou danos à planta, é uma tecnologia promissora que precisa ajustes em razão da sua capacidade de induzir crescimento rápido da haste principal, ainda na fase juvenil. A eliminação das gemas axilares não somente quebra a dormência da gema apical, como também induz a formação de um novo fluxo foliar de maior comprimento. Estudos sistemáticos dessa natureza são escassos, a não ser de ensaios preliminares levados a efeito por Marques, J.R.B. (dados

publicados em relatórios de andamento da pesquisa do Centro de Pesquisas do Cacau - Cepec/Ceplac) na Fazenda Porto Seguro em Ilhéus-BA. Nesses ensaios, a adoção da técnica de *castração* induziu fluxos foliares de maior comprimento. Os resultados obtidos mostraram ser a *castração* eficaz em elevar e formar as copas da seringueira bem mais altas do que aquelas observadas na forma tradicional de manejo em monocultura, proporcionando aos cacaueiros um sombreamento de qualidade (Marques e Monteiro, 2016).

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da *castração* ou remoção das gemas axilares no crescimento da haste principal da seringueira, em comparação com a desbrota e a condução natural da planta, em clones comerciais mantidos em condições de jardim clonal.

## Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida na Estação Experimental Djalma Bahia (EDJAB), situada no município de Una, Bahia (15° 17' 34" S e 39° 03' 38" O) e 14 m de altitude. O clima do local é quente e úmido, sem período seco, Tipo *Af* da classificação climática de Köppen. A precipitação pluviométrica média anual está em torno de 2.000 mm, a temperatura em 23,6°C e a umidade relativa do ar de 85%. A vegetação natural dominante nessa região é a Mata Atlântica – floresta tropical perenifólia higrófila. Os solos, embora apresentem limitações de fertilidade natural, são indicados para o plantio da seringueira em função de suas propriedades físicas, por serem profundos e bem drenados (Santana et al., 2003; Faria Filho e Araújo, 2003).

O experimento foi instalado em condições de jardim clonal em solo classificado como Latossolo Amarelo, de textura média. Amostras de solo foram coletadas, em duas profundidades (0 – 20 cm e 20 – 40 cm) e analisadas no Laboratório de Solos do Cepec, no município de Ilhéus, Bahia. Com base nos resultados da análise de solo fez-se a necessária correção, aplicando-se em torno de 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário em toda a área experimental. A calagem foi realizada no mês de dezembro de 2013, respeitando-se o período de dois meses para o início da adubação. Durante o período de avaliação dos clones, a adubação foi fracionada em duas aplicações e ambas seguiram as

recomendações contidas no sistema de produção da seringueira para plantas em fase inicial de crescimento (CEPLAC, 1983).

As plantas que compõem os jardins clonais foram obtidas com portaenxertos originários de sementes de polinização aberta de diversos clones de *H. brasilienses*, visando reduzir ao máximo os efeitos de incompatibilidade entre enxerto e portaenxerto. Os enxertos utilizados foram dos clones comerciais SIAL 1005, SIAL 893, CDC 312, PMB 1, FDR 5788 e IAN 6590. As mudas obtidas dessas enxertias foram plantadas no espaçamento de 1,5 x 1,5 m, com exceção do SIAL 1005 que foi enxertado no próprio viveiro e mantido em condição mais adensada (0,80 x 0,20 m). Esses clones foram utilizados por serem mais produtivos, vigorosos e resistentes às principais doenças de folhas e, portanto, de interesse para a pesquisa.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com três repetições, cujas parcelas foram constituídas de três fileiras simples, totalizando 180 unidades experimentais. Essas unidades foram divididas em seis blocos, com três tratamentos, cada tratamento composto por 10 repetições.

Os tratamentos foram identificados em campo como: Tratamento (A) - *Castração* ou remoção das gemas axilares; Tratamento (B) - Desbrota dos ramos laterais e Tratamento (C) - Crescimento natural da planta sem *castração* e com desbrota tardia.

Na adoção dos tratamentos fez-se a remoção da parte aérea das plantas selecionadas por clone mantendo-se apenas uma haste por planta (Figura 2). Isto foi feito com o intuito de minimizar o efeito de

competição e uniformizar o estágio de crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas de todos os clones envolvidos na pesquisa.

A *castração* ou remoção das gemas axilares (Tratamento A), no último lançamento foliar maduro, foi feita por corte rente ao tecido do caule e acima do pecíolo, com o uso de um canivete de enxertia (Figura 3). Tendo-se sempre o cuidado de não provocar ferimentos na planta e repetindo-se a operação cada vez que as folhas do novo fluxo foliar atingiam a maturação, como preconizado por Marques et al., 2012.

A desbrota (Tratamento B) é uma prática de rotina recomendada na condução do seringal e deve ser executada desde o primeiro lançamento foliar (Figura 4) e durante toda a fase inicial de crescimento da planta (Gonçalves et al., 2001). Normalmente é realizada a cada emissão de um novo fluxo foliar, retirando os brotos laterais (drenos naturais - normais). Isso é feito rente ao tronco com o uso de canivete, a fim de evitar cicatrizes no tronco e eliminar a concorrência por fotoassimilados com o meristema apical.

O crescimento natural da planta (Tratamento C) é mantido, com três brotações laterais (Figura 5), conforme metodologia descrita por Leong & Yoon (1983), citado por Pereira (2014). O manejo das plantas na fase inicial de crescimento é feito em cinco estádios, sendo duas desbrotas (corretiva normal) e três podas controladas (Pereira e Carmo, 1985). De acordo com esses autores, a formação natural da planta pode ser melhorada pela presença de brotações laterais na parte inferior do tronco por aproximadamente um ano. Isto



Figura 2. Planta do clone de seringueira manejada em jardim clonal, deixando apenas uma haste para avaliação de crescimento, Estação Experimental Djalma Bahia (EDJAB), em Una, BA.





Figura 3. Detalhes da castração (Tratamento A) das gemas axilares no último lançamento foliar maduro, com uso do canivete, na Estação Experimental Djalma Bahia (EDJAB), em Una, BA.



Figura 4. Detalhes da desbrota (Tratamento B) dos brotos laterais que surgem no último lançamento foliar, Estação Experimental Djalma Bahia (EDJAB), em Una, BA.

propicia um aumento do perímetro do tronco, maior produção de matéria seca e maior densidade de copa formada, refletindo em maior número de plantas aptas à sangria (Figura 5).

Realizaram-se cinco tomadas de dados experimentais para avaliar o número de lançamentos foliares e a altura da haste principal. Essa última variável foi obtida pela soma dos comprimentos dos lançamentos foliares medidos com fita métrica a

partir da inserção da haste principal no tronco da planta recepada no jardim clonal (Figura 2). Na avaliação dos dados utilizou-se a análise de variância em um esquema fatorial (seis clones e três tratamentos) e na comparação das médias dos tratamentos o Teste de Tukey ( $p = 0,05$ ). Essas análises estatísticas foram conduzidas utilizando a planilha Excel 2010 da Microsoft e o pacote estatístico SAS (SAS Institute, 1987).



Figura 5. Detalhes do crescimento natural da planta (Tratamento C), sem uso da prática de castração e com desbrota tardia, em que os brotos laterais são mantidos na planta por um maior período dando origem às brotações maduras, na Estação Experimental Djalma Bahia (EDJAB), em Una, BA.

## Resultados e Discussão

Naturalmente a seringueira apresenta um crescimento rítmico da parte aérea, alternando a formação de unidades morfogenéticas com períodos de inatividade (Hallé & Martin 1968). Esse crescimento é característico da *H. brasiliensis* e se dá através de elongações periódicas da haste principal, com fluxos foliares concomitantes (Combe & Du Plessix, 1974). Na fase juvenil, novas unidades morfogenéticas são formadas sucessivamente durante todo o ano, prevalecendo este padrão até aproximadamente o terceiro ano de idade, quando a planta adquire o hábito adulto. Em condições favoráveis na região amazônica brasileira, forma-se um fluxo foliar novo a cada 30 a 45 dias (Moraes, 1985) e a cada 60 dias no planalto paulista (Camargo et al., 1967). Ainda nessa fase juvenil, evidenciam-se características tais como dominância apical e permanência das folhas nos fluxos sucessivos de crescimento (Carvalho, 1980).

A análise estatística dos dados detectou diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) para tratamentos e clones (Tabela 1). Observou-se ainda que não foi encontrada diferença estatística para a interação clones x tratamentos e o coeficiente de variação de 29% é aceitável na experimentação com a seringueira (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para a altura da haste e número de lançamento foliar dos clones de seringueira submetidos aos tratamentos de castração (Tratamento A), desbrota (Tratamento B) e crescimento natural da planta (Tratamento C), EDJAB, Una, BA

FV	GL	Quadrados Médios	
		Altura da haste principal (m)	Nº Lançamento Foliar
Tratamentos (T)	5	378738**	32,4**
Clones ( C )	2	84077**	0,73 <sup>ns</sup>
C x T	10	6045 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>
Resíduo	162	162	162
CV (%)		29,3	13,6
Média		2,24	5,72

\*\*, Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, ns Não Significativo.

### Altura da haste da planta

As hastes com maior crescimento atingiram 2,53 m de altura do ponto de inserção com o tronco com apenas um ano de idade (Tabela 2). Este comprimento foi alcançado com a *castração* (Tratamento A). A desbrota (Tratamento B) e o crescimento natural da planta (Tratamento C) não diferiram estatisticamente entre si, atingindo, em média, 2,05 m e 2,15 m, respectivamente (Tabela 2). Esse resultado comprova o melhor desempenho da prática da *castração* com relação ao manejo comumente adotado na monocultura da seringueira, em que a



desbrota é recomendada na condução da haste principal.

Os clones SIAL 893, IAN 6590 e PMB 1, com média de altura da haste principal de 2,78 m, 2,76 m e 2,64 m, respectivamente, apresentaram melhor resposta a prática de castração (Tratamento A) das gemas axilares no último lançamento foliar maduro. Este resultado mostra que a técnica de *castração* pode ser adotada quando da implantação da seringueira em sistemas agroflorestais (SAFs) contínuos, por elevar e formar a sua copa de forma mais rápida e acima das plantas de cacauzeiros associados (Marques et al., 2014).

Por outro lado, os clones comerciais CDC 312 e FDR 5788 apresentaram valores menores de altura de haste principal para o tratamento A, com médias de 1,50 m e 1,90 m (Tabela 2). Isto possivelmente esteja relacionado ao forte ataque de requeima, causado por espécies de *Phytophthora*, ocorrido durante a execução do projeto. No caso específico do clone SIAL 1005, o baixo valor apresentado (1,94 m) pode ser atribuído ao forte efeito de competição entre plantas, uma vez que o jardim clonal foi implantado sobre um

viveiro remanescente na EDJAB, espaçado de 0,80 m x 0,20 m e, portanto, com alta densidade de plantas por unidade de área.

### Número de lançamentos

A análise estatística detectou diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) para os tratamentos, sendo não significativo para clones e para a interação clones x tratamentos (Tabela 3).

O valor médio do número de lançamentos foliares ficou em torno de 5,72 para todos os tratamentos. Verifica-se ainda que o Tratamento A diferiu estatisticamente dos Tratamentos B e C (Tabela 3). Por sua vez, os Tratamentos B e C apresentaram médias muito próximas com ligeira superioridade para o tratamento em que se adotou a desbrota na condução da haste principal das plantas (Tratamento B). Esse resultado também evidencia o melhor desempenho da prática da *castração* em relação ao manejo dispensado na monocultura da seringueira, em que a desbrota é recomendada na condução da haste principal.

Os clones SIAL 1005, FDR 5788 e IAN 6590, com médias para número de lançamentos no Tratamento A

Tabela 2. Altura da haste dos clones de seringueira submetidos aos tratamentos de castração (Tratamento A), desbrota (Tratamento B) e crescimento natural da planta (Tratamento C), EDJAB, Una, BA

Tratamento	Altura da planta (m)						Média Tratamento*
	Clones						
	SIAL 1005	SIAL 893	CDC 312	PMB 1	FDR 5788	IAN 6590	
Castração	2,21	3,21	1,49	3,19	2,26	2,81	<b>2,53a</b>
Desbrota	1,84	2,55	1,58	2,15	1,70	2,49	<b>2,05b</b>
Cresc. natural pl.	1,76	2,38	1,44	2,57	1,75	2,98	<b>2,15b</b>
Média/Clone*	<b>1,94b</b>	<b>2,78a</b>	<b>1,50b</b>	<b>2,64a</b>	<b>1,90b</b>	<b>2,76a</b>	

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Número de lançamento foliar dos clones de seringueira submetidos aos tratamentos de castração (Tratamento A), desbrota (Tratamento B) e crescimento natural da planta (Tratamento C), EDJAB, Una, BA

Tratamento	Número de lançamento foliar						Média Tratamento*
	Clones						
	SIAL 1005	SIAL 893	CDC 312	PMB 1	FDR 5788	IAN 6590	
Castração	6,7	6,4	6,5	6,5	6,7	6,6	<b>6.57a</b>
Desbrota	5,2	5,3	5,7	5,1	5,8	5,1	<b>5.37b</b>
Cresc. natural pl.	5,4	4, 0	5,2	5,2	5,4	5,3	<b>5.23b</b>
<b>Média/Clone*</b>	<b>5.77a</b>	<b>5.53a</b>	<b>5.80a</b>	<b>5.60a</b>	<b>5.97a</b>	<b>5.67a</b>	

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

de 6,7, 6,7 e 6,6 respectivamente, apresentaram melhores respostas a prática da *castração* das gemas axilares no último lançamento foliar maduro. Este resultado é relevante para o plantio da seringueira em SAF contínuo com o cacauzeiro, considerando que o comprimento médio do lançamento foliar foi de aproximadamente 33 cm para o clone SIAL 1005. Observa-se ainda na Tabela 3 que as plantas dos seis clones em teste no Tratamento A cresceram 46 cm a mais do que as plantas submetidas ao Tratamento B com apenas um ano de idade de campo.

Sabe-se que nas folhas existe um equilíbrio entre os níveis de substâncias promotoras e inibidoras de crescimento, equilíbrio hormonal (Iqbal et al., 2017). Portanto, é possível hipotetizar de que as modificações provocadas, através da prática da *castração* das gemas axilares no último lançamento foliar maduro, a cada emissão de novo fluxo foliar, podem ter desencadeado um bloqueio no transporte de fotoassimilados para os drenos naturais (brotos laterais). E, esse bloqueio pode ter ocasionado um acúmulo de substrato energético na haste do lançamento foliar e, consequente, ativação do meristema apical, que recebendo alta concentração de assimilados, tornando-se ativo, emite fluxos foliares de maior comprimento. Este comportamento de maior elongação do comprimento foliar foi observado por Marques, J.R.B., dados publicados em relatório de andamento da pesquisa do Cepec, em plantas jovens de seringueira implantadas sob o dossel do sistema *cacau-eritrina*, com forte restrição de luminosidade (Figura 1). No entanto, em condições de jardim clonal os resultados obtidos mostraram o contrário, ou seja, menor comprimento do fluxo foliar e maior número de lançamentos, o que pode ser atribuído ao maior nível de insolação imposto às plantas em condições de pleno sol. Ainda assim, a prática da *castração* induziu maior tamanho da haste principal quando comparados às técnicas de manejo comumente utilizadas na condução dos seringais.

### Considerações finais

A resposta das plantas de seringueira a pleno sol submetidas à técnica da *castração* das gemas axilares não foi à mesma observada naquelas mantidas sob o dossel das árvores de sombra, no sistema *cacau-*

*eritrina*. Neste sistema as seringueiras apresentaram maior comprimento do lançamento e menor número de fluxos foliares. Essa mudança de comportamento é atribuída às modificações no metabolismo das seringueiras plantadas a pleno sol, ocasionadas pela maior quantidade de radiação incidente que resultou em entrenós mais curtos (Whatley e Whatley, 1982; Larcher, 1986). Outro fator a destacar e que possivelmente está relacionado ao maior crescimento vegetativo das plantas nos ambientes protegidos é o aumento da radiação difusa no interior desses ambientes, proporcionada pelo dossel das plantas do estrato superior. A radiação difusa é mais efetiva para a fotossíntese, por ser multidirecional e penetrar mais efetivamente no dossel das plantas, favorecendo o crescimento e desenvolvimento vegetativo. Diversos estudos têm mostrado uma grande variação no comportamento de espécies em função do nível de insolação imposto (Taiz & Zeiger, 1998; Matthew & Kemall, 1997; Duarte e Peil, 2010). Radin et al. (2003), por exemplo, observaram que plantas de tomateiro cultivadas no campo, com maior quantidade de radiação fotossinteticamente ativa incidente produziram menor biomassa que plantas cultivadas em ambiente protegido. Os autores destacam que a eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa foi maior no ambiente protegido, comparada à do campo. Papadopoulos & Ormrod (1988) obtiveram resultados semelhantes e consideraram que a maior eficiência de uso da radiação em ambiente protegido é explicada pela maior fração de radiação difusa. Por sua vez, Aikman (1989) constatou que o aumento da radiação difusa promoveu maior uniformidade da radiação no interior do dossel, fazendo com que as folhas inferiores aumentassem a eficiência de interceptação e o uso da radiação. Com isso, maior eficiência de uso da radiação pode ocorrer como resposta ao aumento da contribuição relativa das folhas sombreadas para o acúmulo de biomassa da cultura, que cresce à medida que aumenta a fração difusa. Sinclair & Horie (1989) constataram que a eficiência de uso da radiação varia dentro de uma mesma espécie e que folhas saturadas por radiação são menos eficientes do que as sombreadas. A distribuição mais homogênea da radiação solar através do dossel tende a não saturar a maioria das folhas, gerando maior produção de fotoassimilados e acúmulo de biomassa das plantas

cultivadas em ambiente protegido. Isso explica o comportamento verificado das plantas de seringueiras introduzidas sob o dossel das árvores de sombra do sistema *cacau-eritrina* em relação às plantas de seringueiras manejadas a pleno sol em jardins clonais.

### Conclusões

Os clones SIAL 893, PMB 1 e IAN 6590 foram os que apresentaram melhores respostas à prática de *castração* das gemas axilares no último lançamento foliar maduro para a altura de planta.

Os clones SIAL 1005, FDR 5788 e IAN 6590 apresentaram melhores respostas à prática da *castração* das gemas axilares para o número de lançamento.

A técnica da castração ou remoção das gemas axilares pode ser utilizada na elevação e formação da copa da seringueira em SAFs contínuo com o cacauzeiro.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a equipe da Estação Experimental Djalma Bahia (EDJAB), Una, BA, em especial aos servidores Muneo Funato e Nilzete Ferreira pela logística; ao programa PIBIC pelo fornecimento de bolsa de estudos a graduanda Ana Paula Santos Silva e a bibliotecária Maria Christina de Campos Faria pela revisão da literatura citada.

### Literatura Citada

- ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. 2008. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária* 1(2):50-59.
- AIKMAN, D. P. 1989. Potential increase in photosynthetic efficiency from the redistribution of solar radiation in a crop. *Journal of Experimental Botany* 29:815-827.
- ALVIM, P. 1989a. Tecnologias apropriadas para a agricultura nos Trópicos Umidos. *Agrotrópica (Brasil)* 1(1):5-26.
- ALVIM, R. 1989b. O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. *Agrotrópica (Brasil)* 1(2):89-103.
- CAMARGO, A. P.; CARDOSO, R. M. G.; SCHMIDT, N. C. 1967. Comportamento do mal-das-folhas da seringueira nas condições do planalto. *Bragantia (Brasil)* 26:1-8.
- CARVALHO, C. J. R. de. 1980. Indução de floração precoce em clones de *Hevea brasiliensis* e híbridos de *Hevea brasiliensis* x *Hevea benthamiana*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 15(4):405-411.
- CHAPMAN, D. F.; ROBSON, M. J.; SNAYDON, R. W. 1991. The influence of leaf position and defoliation on the assimilation and translocation of carbon in white clover (*Trifolium repens* L.). 1. Carbon distribution patterns. *Annals of Botany* 67(4):295-302.
- COMBE, J. C. L.; DU PLESSIX, C. J. 1974. Étude du développement morphologique de la couronne de *Hevea brasiliensis* (Muell. Arg. Euphorbiacées – Crotonoidées). *National Science Forest* 31(4):207-28.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. CENTRO DE PESQUISA DO CACAU. 1983. Sistema de produção de seringueira para a região Sul da Bahia; pequenas e médias empresas. Ilhéus, BA. 48p.
- DUARTE, T. S.; PEIL, R. M. N. 2010. Relações fonte: dreno e crescimento vegetativo do meloeiro. *Horticultura Brasileira* 28(3):271-276.
- FARIA FILHO, A. F.; ARAÚJO, Q. R. de. 2003. Zoneamento do meio físico do município de Ilhéus, Bahia, Brasil, utilizando a técnica de geoprocessamento. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC, Boletim Técnico n.187. 20p.
- GONÇALVES, P. de S. et al. 2001. Manual de Heveicultura para o Estado de São Paulo. Campinas, SP, Instituto Agrônomo. Boletim Técnico IAC n.189.
- GUIMARÃES, M. de A. et al. 2009. Distribuição de fotoassimilados em tomateiro com e sem a retirada do primeiro cacho. *Bioscience Journal* 25(5):83-92.
- HALLÉ, F.; MARTIN, R. 1968. Étude de la croissance rythmique chez l'Hévéa (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Euphorbiacées – Crotonoidées). *Adansonia* 2, 8(4):475-503.
- IQBAL, N. et al. 2017. Ethylene role in plant growth, development and senescence: Interaction with other phytohormones. *Front Plant Science* 8:475. doi: 10.3389/fpls.2017.00475
- LARCHER, W. 1986. *Ecofisiologia vegetal*. São Paulo, SP, EPU. 319p.
- LEONG, W.; YOON, P. K. 1983. Some branch induction methods for young budding. Kuala Lumpur, Rubber Reserarch Institute of Malaysia. 20 p.
- MARQUES, J. R. B. et al. 2012. O cultivo do cacauzeiro em sistemas agroflorestais com a seringueira. In: Valle, R.R. *Ciência, tecnologia e manejo do cacauzeiro*. 2º ed. Itabuna, BA. Gráfica e Editora Vital Ltda. pp. 337-465.

- MARQUES, J. R. B. et al. 2014. Manejo da seringueira como árvore de sombra em sistemas agroflorestais (SAFs) com o cacauzeiro. *Lateks* 22:50-53.
- MARQUES, J. R. B.; MONTEIRO, W. R. 2016. Substituição sustentável de eritrina por seringueira em saf de cacauzeiro. *Agrotrópica (Brasil)* 28(2):101-122.
- MATTHEW, C.; KEMALL, W. D. 1997. Allocation of carbon14 to roots of different ages in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), In: Grassland Congress, 18, Manitoba/ Saskatchewan. Proceedings... Manitoba/ Saskatchewan v.1, p.7.
- MEDRADO, M. J. S. et al. 2002. Recuperação de ervais degradados. Colombo, PR, Embrapa Florestas. Comunicado Técnico n. 86.
- MORAES, V. H. F. 1985. Fisiologia da seringueira. In: Curso de Especialização em Heveicultura, 16. Belém, PA, SUDHEVEA/FCAP. 40p.
- NICOLAS, D. 1976. Contribution à l'étude de la floraison precoce de l'Hévéa. *Revue. General Caoutchoucs et Plastiques* 566:80-2.
- OLIVEIRA, L. E. M. de et al. 2014. Assimilação e transporte de carbono e biossíntese de látex em seringueira [*Hevea brasiliensis* (Wild. Ex ADR. De Jussieu) Müell Arg.]. Seringueira. In: Alvarenga, A. de P.; Carmo, C. A. F. de S. do coords. 2.ed. Viçosa, MG, EPAMIG Zona da Mata. pp.697-754.
- OLIVEIRA, V. R. et al. 1995. Efeito do número de hastes por planta e poda apical na produção classificada de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* MILL.). *Ciência e Prática (Brasil)* 19:414-419.
- PAPADOPOULOS, A. P.; ORMROD, D. P. 1988. Plant spacing effects on light interception by greenhouse tomatoes. *Canadian Journal of Plant Science* 68:1197-1208.
- PAWLOWSKI, A. 2008. How many dimensions does sustainable development have? *Sustainable Development* 16:81-90.
- PELUZIO, J. M.; CASALI, V. W. D.; LOPES, N. F. 1995. Partição de assimilados em tomateiro após a poda apical. *Horticultura Brasileira* 13:41-43.
- PEREIRA, A. V. et al. 1997. Seringueira em sistemas agroflorestais. Planaltina, DF EMBRAPA-CPAC. Documentos nº 63. 45p.
- PEREIRA, J. da P. 2007. Sistemas agroflorestais com a seringueira. *Informe Agropecuário (Brasil)* 28(237): 32-38.
- PEREIRA, J. da P. 2014. Formação de seringais. Seringueira. In: Alvarenga, A. de P.; Carmo, C. A. F. de S. do. coords. 2 ed. Viçosa, MG, EPAMIG Zona da Mata. pp.437-462.
- PEREIRA, J. da P.; CARMO, C. A. F. de S. do. 1985. Práticas culturais em seringueira. *Informe Agropecuário (Brasil)* 11(121): 26-29
- PEREIRA, S. P. et al. 2011. Crescimento, produtividade e bionalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46 (2):152-160.
- RADIN, B. et al. 2003. Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38:1017-1023.
- RIBEIRO, F. de A. et al. 1992. Influência da anelagem e reguladores de crescimento na indução de brotação de cepas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Revista Árvore (Brasil)* 16 (3):247-254.
- SANTANA, S. O. de. et al. 2003. Zoneamento Agroecológico do Município de Ilhéus, Bahia, Brasil. 2ª ed. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC, Boletim Técnico n.186. 39p.
- SANTIN, D. et al. 2008. Poda e anelamento em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) visando à indução de brotações basais. *Pesquisa Florestal Brasileira* 56: 97-104.
- SANTOS, M. de O. 2009. Efeitos do anelamento do caule sobre as relações fonte-dreno em plantas de *Inga vera* Willd. Dissertação Mestrado. Lavras, MG, Universidade Federal de Lavras. 49p.
- SAS Institute. 1987. SAS user's guide: statistics. 5. ed. Cary, NC. 956 p.
- SINCLAIR, T. R.; HORIE, T. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. *Crop Science* 29:98-105.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 1998. Translocation in the phloem. In: Taiz, L.; Zeiger, E. eds. *Plant physiology*. 2.ed. Sunderland: Sinauer Associates. pp.251-259.
- TEIXEIRA, A. C. B. et al. 2005. Distribuição de fotoassimilados de folhas do topo e da base do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) em dois estádios de desenvolvimento. *Revista Brasileira Zootecnia* 34 (2):479-488.
- TUPY, J. 1988. Sucrose supply and utilization for latex production. In: Dazuc, J.; Chrestin, H. *Physiology of rubber tree latex*. Boca Raton, CRC. pp.179-218.
- WHTLEY, F. R.; WHATLEY, J. M. 1982. A luz e a vida das Plantas. Gil Martins Felipe. São Paulo, SP, Universidade de São Paulo (Coleção Temas de Biologia) 100 p.
- YAMADA, M.; GHOLZ, H. L. 2002. An evaluation of agroforestry systems as a rural development option for the Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems*. pp.81-87.





## DIVERSIDADE PATOGENICA DE ISOLADOS DE *Ceratocystis cacaofunesta* NA REGIÃO CACAUEIRA DA BAHIA

*Larissa Argôlo Magalhães<sup>1,2</sup>, Dilze Maria Argôlo Magalhães<sup>1</sup>, Edna Dora Martins Newman Luz<sup>1</sup>, George Andrade Sodré<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Centro de Pesquisas do Cacau, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, Rodovia Ilhéus-Itabuna km 22, 45660-000, Ilhéus, Bahia, Brasil; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, Bairro Salobrinho, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil.

A murcha de *Ceratocystis* é uma importante doença do cacaueiro e a resistência genética é a mais eficiente estratégia de controle, porém a variabilidade nas populações do patógeno pode dificultar a seleção de plantas resistentes. Com o objetivo de avaliar a agressividade de 42 isolados de *Ceratocystis cacaofunesta* obtidos na região cacaueira da Bahia a três clones com reação conhecida à doença, discos de folhas foram inoculados com 20 µL da suspensão com  $3 \times 10^4$  UFC/mL. Após cinco dias foi avaliado o número de peritécios. O delineamento foi fatorial em blocos ao acaso com três clones, 42 isolados e 10 unidades experimentais com quatro discos por clone/isolado. Os números médios de peritécios formados nos clones por isolados foram comparados pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ) e isolados em cada clone agrupados pelo Teste Scott Knott ( $p < 0,05$ ). Três isolados 26, 92 e 22 provenientes de cacaueiros dos municípios de Itacaré, Itabuna e Ilhéus, respectivamente, apresentaram maior agressividade em relação aos três clones, enquanto o isolado (44) também de Itabuna foi o menos agressivo. Para o clone suscetível CCN-51, predominaram isolados de média agressividade, e para CACAU JACA e TSH-1188 os de menor agressividade. Comprovou-se que há grande variabilidade na população do patógeno na região cacaueira baiana em relação à agressividade ao cacaueiro.

**Palavras-chave:** patogenicidade, *Theobroma cacao*, Murcha de *Ceratocystis*.

**Pathogenic diversity of isolates of *Ceratocystis cacaofunesta* in the cacao region from Bahia.** The *Ceratocystis* Wilt is an important cacao disease and genetic resistance is the most efficient control strategy, however the variability in the populations of the pathogen may hinder the selection of resistant plants. With the objective of evaluating the pathogenicity of 42 capsules of *Ceratocystis cacaofunesta* in the cacao region of Bahia, Brazil, to three clones with known reaction to disease, leaf discs were inoculated with 20 µL of the suspension ( $3 \times 10^4$  CFU/mL). After five days the number of perithecia was evaluated. The design was in randomized blocks with three clones, 42 isolates and 10 blocks with four disks per clone/isolate. The average numbers of perithecia formed in the clones by isolates were compared by the Tukey test ( $p < 0.05$ ) and isolated in each clone grouped by the Scott Knott Test ( $p < 0.05$ ). Three isolated 26, 92 and 22 coming from cacao trees in the municipalities of Itacaré, Itabuna and Ilhéus, respectively, presented higher aggressiveness to the three clones, while isolate 44 also from Itabuna was the least aggressive. For the susceptible clone CCN-51, isolates of medium aggressiveness predominated, and for CACAU JACA and TSH-1188 the ones with the lowest aggressiveness. It was verified that there is great variability in the population of the pathogen in the cacao region of Bahia in relation to the aggressiveness to cacao.

**Key words:** pathogenicity, *Theobroma cacao*, *Ceratocystis* wilt.

## Introdução

A murcha de *Ceratocystis* é uma importante doença do cacauzeiro na Bahia, causada pelo fungo *Ceratocystis fimbriata* Ellis e Halsted e foi descrita pela primeira vez em 1918 no Equador (Guerrero, 1975; Mata, 1991). Por volta dos anos 50 e 60 ocorreram epidemias da Murcha de *Ceratocystis* em plantações de cacau naquele país (Delgado; Suarez, 2003) onde mais de 40 mil cacauzeiros morreram em uma única plantação com o aparecimento de raças mais virulentas do patógeno (Ram et al., 2004). Também na década de 1950 na Venezuela, no estado de Aragua, nos vales de Choroni e Chuao, mais de 20% das plantas foram destruídas pela doença (Malaguti, 1956).

A murcha de *Ceratocystis* foi constatada pela primeira vez na Bahia em 1997 (Bezerra, 1997; Bezerra et al., 1998). Nos anos seguintes, as perdas se agravaram levando à morte milhares de plantas, principalmente aquelas derivadas de cruzamentos com o clone ICS-1, de comprovada susceptibilidade, a exemplo da variedade Theobahia (Silva e Luz, 2000). Um levantamento feito em 2000 em agrossistemas da região cacauzeira da Bahia demonstrou maior incidência da doença no município de Uruçuca, onde em uma área, dos 800 cacauzeiros inspecionados, 240 apresentaram-se infectados (Almeida et al., 2005). O fungo causador desta enfermidade foi identificado como *Ceratocystis fimbriata* Ellis e Halsted e re-descrito por Engelbrecht e Harrington (2005) como *Ceratocystis cacaofunesta*.

Com a chegada da vassoura de bruxa a região Sul da Bahia, Brasil (Pereira et al., 1989), o programa de melhoramento genético do cacauzeiro foi direcionado em busca de genótipos resistentes a esta enfermidade, selecionando-se plantas em áreas comerciais e em áreas experimentais e criação de populações melhoradas em programas de seleções recorrentes. Ocorreu que dentre estas seleções houveram materiais que possuíam genes derivados do clone ICS-1 e outros clones suscetíveis ao *C. cacaofunesta*, aumentando os riscos de agravamento da doença na região (Oliveira e Luz, 2005).

No campo, a infecção das plantas ocorre principalmente por meio de ferimentos como cortes efetuados por ferramentas em práticas agrícolas e

manejo da cultura como desbrota e a poda (Marin et al., 2003; Delgado e Suárez, 2003) e também pelo ataque de coleobrocas como *Xyleborus* sp. (Coleoptera-Scolytidae) (Delgado e Suárez, 2003; Coitía e Rosales, 2001). Além disso, Marin et al. (2003) sugeriram que partículas de solo podem levar propágulos do fungo e transmiti-lo, até mesmo de uma área para outra, através de mudas plantadas e solo infestado.

Considerando-se as dificuldades para o controle químico ou cultural desta enfermidade, o melhoramento genético do cultivo mostra-se como a alternativa mais promissora para o controle. Assim, estudos de métodos para a avaliação da resistência de clones do cacauzeiro à murcha de *Ceratocystis* foram desenvolvidos por Magalhães et al. (2016) Sanches et al. (2008), Sanches (2007), Silva (2005), Silva e Luz (2000), Bezerra et al. (1998), Alarcon (1994), Guerrero (1975), Dominguez e Velásquez (1972) e Delgado e Echandi (1965). Estes métodos são essenciais para encontrar clones de cacauzeiro resistentes ao patógeno, embora, normalmente usa-se um único isolado escolhido em função de sua agressividade ao hospedeiro. Porém já foi constatado que existe variação na reação do clone ao patógeno entre regiões produtoras no mundo, a exemplo do IMC-67, que no Equador é considerado resistente e na região cacauzeira da Bahia, se comportou como suscetível (Silva, et al., 2004). O isolado de *C. fimbriata* da Bahia mostrou-se altamente agressivo, em relação ao do Equador, sugerindo a ocorrência de raças distintas (Silva, et al., 2007; Capriles de Reys, 1981). Baker e Harrington (2001) comprovaram que isolados do Equador de *C. fimbriata* procedentes de cacauzeiros são molecularmente distinto dos isolados do Brasil. Com isso construiu-se a hipótese de que há diferença na agressividade entre isolados de *C. cacaofunesta* na Bahia.

Considerando que a Coleção de *Ceratocystis* do Centro de Pesquisa do Cacau dispõe de isolados coletados em diferentes municípios do estado da Bahia esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a patogenicidade de 42 isolados de *C. cacaofunesta* obtidos de áreas da região produtora de cacau da Bahia, a clones com reação conhecida à murcha de *Ceratocystis*.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Ceratocystis da Seção de Fitopatologia do Centro de Pesquisa do Cacau - Cepec/Ceplac em Ilhéus-BA.

Foram testados quanto a patogenicidade 42 isolados pertencentes a coleção de *Ceratocystis* spp. do Cepec-Ceplac. Estes isolados foram provenientes de cacauzeiros de áreas localizadas em 18 municípios da região produtora de cacau da Bahia (Tabela 1 e Figura 1). O isolado Cc 20 de Ilhéus foi usado como padrão nas inoculações por ser um isolado de agressividade já conhecida e utilizado em inoculações anteriores.

Os isolados foram repicados em placas de Petri contendo meio de cultura Batata, Dextrose Agar (BDA) e conservados em câmara climática a 24° C durante dez dias para posterior preparo do inóculo.

### Inoculação

Os clones CCN-51 (padrão de suscetibilidade), CACAU-JACA e TSH-1188 (padrões de resistência) foram avaliados com 42 isolados de *C. cacaofunesta*, com o método de inoculação em discos de folhas

Tabela 1- Município, número de isolados/identificação de *Ceratocystis cacaofunesta*, na coleção de *Ceratocystis* do Centro de Pesquisa do cacau e ano de coleta

Município	Nº dos isolados na coleção de <i>Ceratocystis</i>	Ano de coleta
Barra do Rocha	16	2002
Belmonte	121	2011
Camacan	38, 45, 46	2008, 2010, 2010
Canavieiras	2	2001
Gandú	53, 100	2010, 2011
Ilhéus	18, 20, 22, 27, 79	2002, 2002, 2002, 2005, 2010
Ipiáú	74,76	2010
Itabuna	43, 44, 92, 94	2008, 2010, 2011, 2011
Itacaré	26, 148,150	2005, 2011, 2011
Itajuípe	34, 37	2007
Itamaraju	48, 49	2010
Ituberá	50, 195	2010, 2012
Jiquiriçá	151, 185	2011, 2012
Mucuri	55, 57	2010
Mutuípe	63, 64, 71	2010
Santo Amaro	54, 97, 98	2010, 2011, 2011
Una	51-197	2010, 2012
Uruçuca	41-91	2010, 2011



Figura 1- Mapa dos municípios da Bahia onde foram realizadas coletas de isolados de *Ceratocystis cacaofunesta*.

(Magalhães et al., 2016). Folhas imaturas de cacauzeiro (40 a 50 dias de expandidas) foram feridas na nervura central com uma lâmina esterilizada e discos de folhas de 1,5 cm de diâmetro foram cortados usando cortador semiautomático e colocados com a superfície abaxial para cima, sobre espuma umedecida com água esterilizada mantidos em caixas plásticas.

Foi preparada a suspensão de inóculo de cada isolado na concentração  $3 \times 10^4$  UFC/ml. Cada disco foi inoculado com 20 µL da suspensão de inóculo. Cinco dias após a inoculação, utilizando um estereomicroscópio, foi avaliado o número de peritécios formados por cada disco e calculada a média por isolado em cada clone.

O delineamento foi em blocos ao acaso e os tratamentos formados por três genótipos e 42 isolados, com 10 repetições e a unidade experimental formada por quatro discos por clone e isolado, totalizando 5.040 unidades amostrais. Os dados foram submetidos à



análise de variância (ANOVA). Foram realizadas comparações de médias dos tratamentos usando o teste Tukey ( $p < 0,05$ ) na comparação entre clones para cada isolado e o Teste Scott Knott ( $p < 0,05$ ) para isolados dentro de clones usando o programa SAS (SAS Institute, 2004) e SAEG (SAEG, 2007). A variável número de peritécios foi transformada para raiz quadrada.

## Resultados e Discussão

Na análise de patogenicidade dos 42 isolados de *Ceratocystis cacaofunesta* foi observada variação significativa na agressividade ao cacaueiro, independente do clone avaliado. Verificou-se significância a 1% de probabilidade para bloco/isolado, clone e a interação isolado/clone.

Os discos de folhas dos três clones inoculados com os isolados de *C. cacaofunesta* apresentaram lesões marrons amareladas (Figuras 2A e B), com formação de micélio e peritécios (Figuras 2C e D). Quanto à agressividade dos isolados ao clone CCN-51 houve a formação de seis grupos pelo teste Scott Knott e o número médio de peritécios formados variou de 0,1 (isolado 44) a 49,6 (isolado 26) (Figura 3A). Para o CACAU JACA e TSH-1188 os isolados foram divididos em cinco grupos, com variações de número de peritécios de 0,1 (isolado 44) a 30,1 (isolado 26) e 0,5 (isolado 44) a 39,3 (isolado 22), respectivamente (Figuras 3B e C).

Verificou-se que o isolado 44, proveniente de um cacaueiro cultivado em área localizada em Itabuna, apresentou a menor média para os três clones, embora não diferindo estatisticamente de mais seis isolados

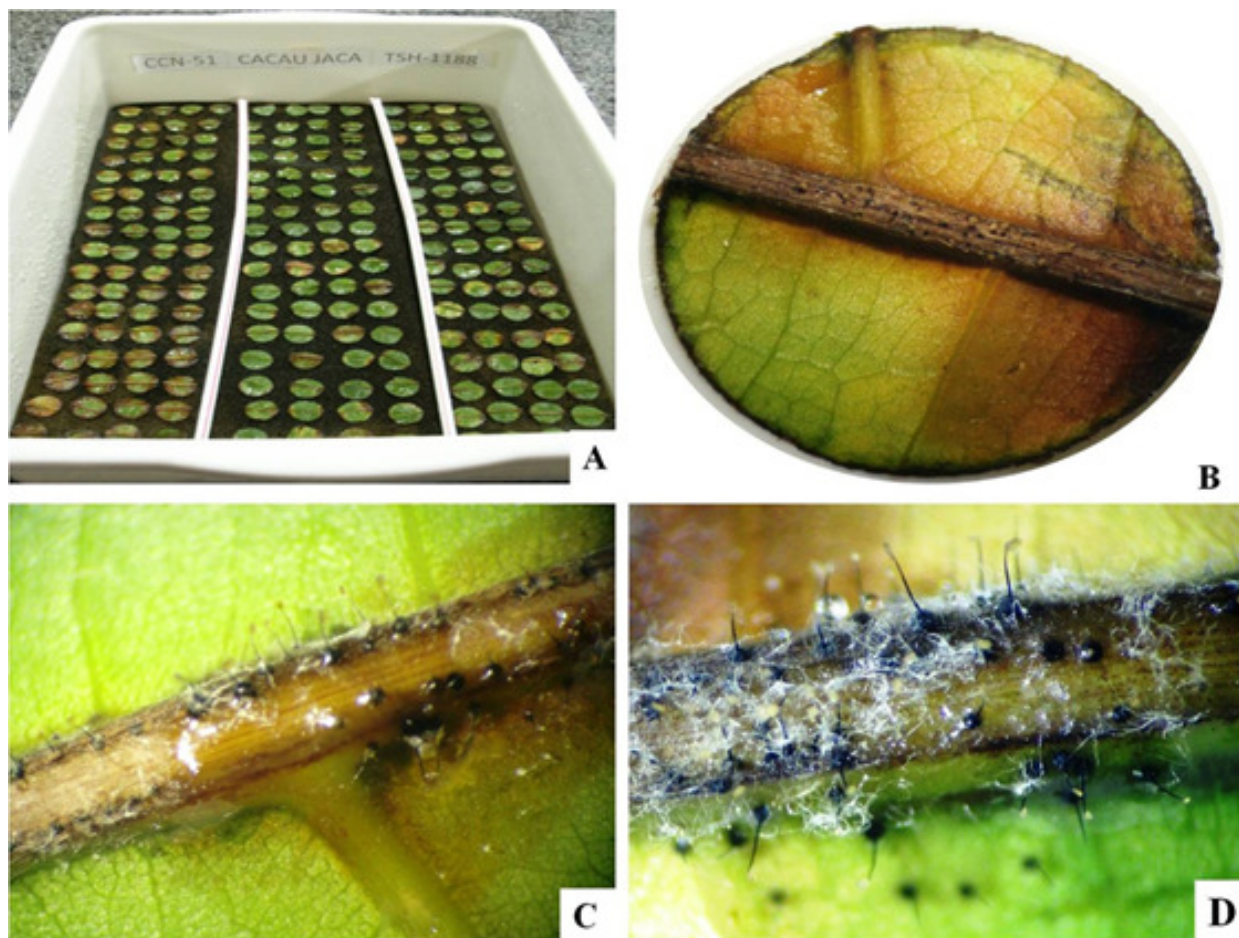


Figura 2 – Diversidade patogênica de 42 isolados de *Ceratocystis cacaofunesta* (A) discos de folhas dos clones CCN-51, CACAU JACA e TSH-1188 com formação de lesões, micélio e peritécios; (B) aspecto de um disco de folha cinco dias após a inoculação; (C e D) micélio e peritécios na nervura e limbo foliar visto no estereomicroscópio.



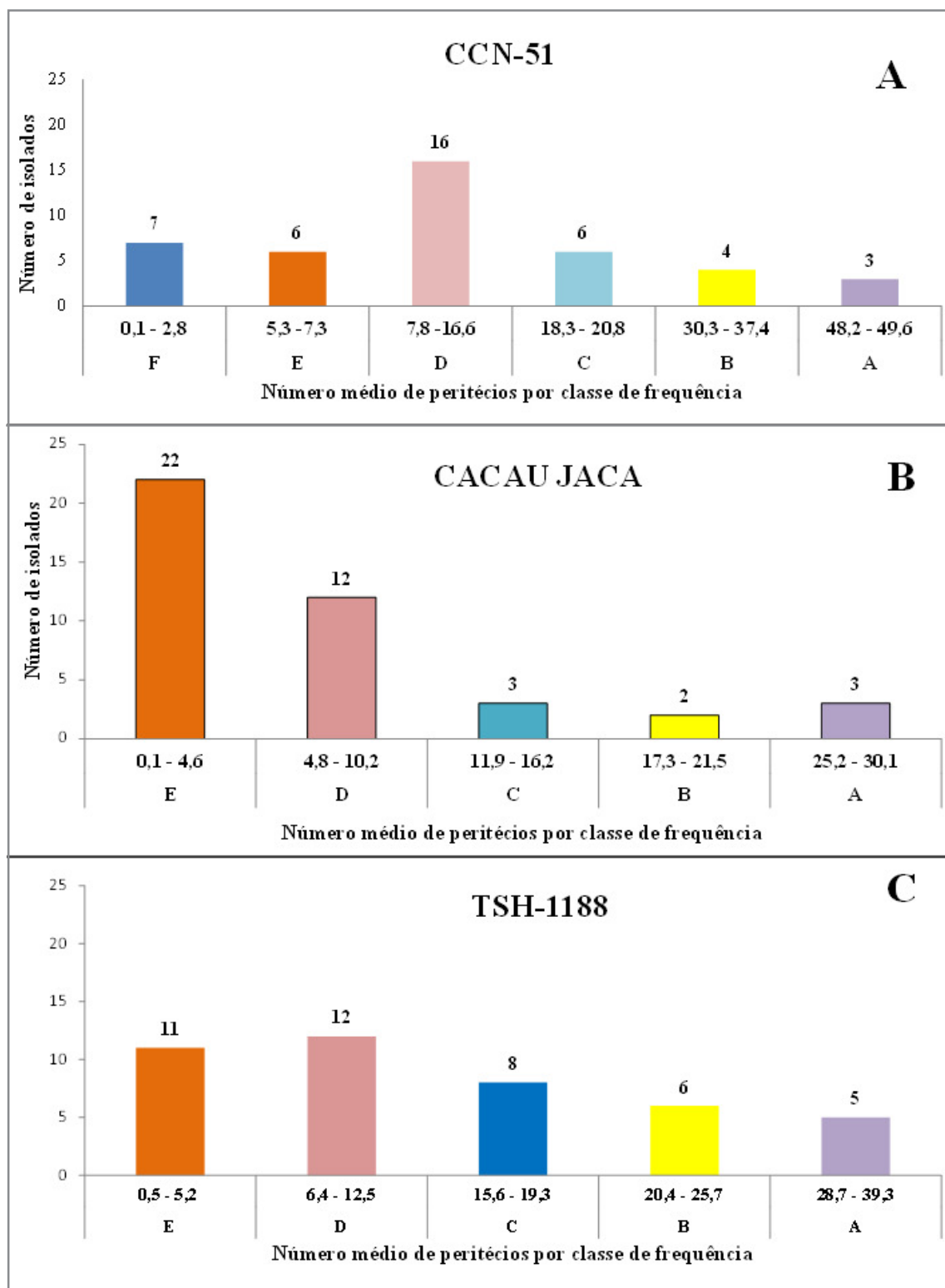


Figura 3 - Frequência da distribuição de 42 isolados de *Ceratocystis cacaofunesta* por número médio de peritécios formados em discos de folhas dos clones: (A) CCN-51; (B) CACAU JACA e (C) TSH-1188.

Tabela 2- Número médio de peritécios formados em discos de folhas dos clones, CCN-51 (suscetível), CACAU JACA e TSH-1188 (resistentes) cinco dias após a inoculação com 42 isolados de *Ceratocystis cacaofunesta*

Isolados	Clones		
	CCN-51	CACAU JACA	TSH-1188
26	49,6 A	30,1 A	38,9 A
92	48,8 A	25,2 A	38,1 A
22	48,2 A	26,7 A	39,3 A
16	37,4 B	21,5 B	34,0 A
38	33,7 B	17,3 B	28,7 A
2	34,4 B	12,3 C	20,4 B
20	30,3 B	11,9 C	24,4 B
98	20,8 C	10,2 D	24,7 B
71	23,3 C	16,2 C	25,2 B
185	19,2 C	8,4 D	23,1 B
151	18,3 C	3,8 E	11,3 D
43	18,0 C	8,1 D	16,1 C
63	18,3 C	4,3 E	12,5 D
64	16,6 D	9,6 D	25,7 B
45	14,4 D	4,3 E	12,3 D
97	14,7 D	8,6 D	19,3 C
34	13,2 D	7,8 D	16,2 C
55	12,4 D	4,8 D	18,5 C
54	11,3 D	6,1 D	16,5 C
41	12,1 D	1,9 E	16,3 C
57	10,8 D	5,4 D	10,2 D
50	10,5 D	3,4 E	15,6 C
48	10,4 D	3,6 E	17,1 C
91	10,3 D	6,7 D	8,7 D
46	9,7 D	2,6 E	12,2 D
94	9,2 D	4,6 E	8,5 D
53	9,2 D	2,7 E	5,2 E
150	9,4 D	6,0 D	10,8 D
100	7,8 D	2,6 E	6,4 D
197	7,3 E	3,3 E	7,7 D
49	7,1 E	2,2 E	2,2 E
121	6,8 E	1,8 E	2,8 E
79	4,7 E	2,5 E	2,7 E
195	4,3 E	3,1 E	9,4 D
74	5,3 E	2,5 E	10,4 D
148	2,8 F	1,4 E	5,1 E
76	2,1 F	1,7 E	5,2 E
51	1,9 F	0,8 E	1,6 E
37	1,4 F	0,1 E	1,6 E
18	0,6 F	9,1 D	1,7 E
27	0,3 F	0,7 E	1,4 E
44	0,1 F	0,1 E	0,5 E

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste Scott Knott a 5% de probabilidade

quanto à agressividade em relação ao CCN-51, o isolado 21 para o CACAU JACA e isolado 10 para o TSH-1188 (Tabela 2, Figuras 2A-C).

Os isolados 26 (Itacaré), 92 (Itabuna) e 22 (Ilhéus) foram os de maior agressividade em relação aos três clones (Tabela 2). No entanto, para TSH-1188, dois outros isolados, 16 (Barra do Rocha) e 38 (Camacan), foram classificados no mesmo grupo dos três acima mencionados.

Outros isolados também demonstraram agressividade alta e semelhante ao Cc20, isolado mais utilizado para diferenciação de clones quanto à resistência a *C. cacaofunesta* na Bahia (Silva et al., 2007; 2012; 2013; Magalhães et al., 2016). Foram eles: 16 (Barra do Rocha), 38 (Camacan) e 2 (Canavieiras) para os três clones; isolados 98 (Santo Amaro) e 71 (Mutuípe) para os genótipos CACAU JACA e TSH-1188; enquanto que o isolado 185 (Jiquiriçá) para o TSH-1188 (Tabela 3). Deve-se destacar que o isolado Cc2 já foi testado junto com o Cc20 e, outros três isolados, tendo sido os mais agressivos, e por isso foram utilizados para seleção de clones de cacaueiro quanto à resistência a Murcha de *Ceratocystis* (Silva et al., 2007).

Quanto a frequência de distribuição dos isolados em relação à agressividade aos clones, observou-se que para o CCN-51, o clone mais suscetível entre os testados, (Oliveira et al., 2009; Silva et al., 2004; 2012; 2013; Magalhães et al., 2015; 2016), houve predominância de isolados de média agressividade (22) pertencentes aos grupos C e D (Figura 3A, Tabela 2). Em relação aos clones CACAU JACA e TSH-1188, clones considerados resistentes (Silva et al., 2004; 2012; 2013; Magalhães et al., 2015; 2016), predominaram isolados pouco agressivos (22 e 23 respectivamente) (Figuras 3B e C, Tabela 2).

Para o CACAU JACA os isolados dos grupos A, B e C foram os mais agressivos destacando-se os isolados 26, 92 e 22. Porém, se forem comparados os números médios de peritécios obtidos nos dois outros clones verifica-se que as médias das classes mais agressivas ao CACAU JACA são comparáveis as dos isolados de média agressividade ao TSH 1188 e CCN-51 (Figura 3A-C, Tabela 2).

Estudando-se a interação isolados x clone observou-se que nove isolados no grupo dos mais agressivos, compreendendo os isolados, 2 (Canavieiras) 16 (Barra

Tabela 3 - Número médio de peritécios formados por 42 isolados de *Ceratocystis cacaofunesta* inoculados em discos de folhas dos clones CCN-51 (suscetível), CACAU JACA e TSH-1188 (resistentes)

Isolados	Clones		
	CCN-51	CACAU JACA	TSH-1188
2	34,4 A	12,3 B	20,4 B
16	37,4 A	21,5 B	34,0 A
18	0,6 B	9,1 A	1,7 B
20	30,3 A	11,9 B	24,4 A
22	48,2 A	26,7 B	39,3 A
26	49,6 A	30,1 B	38,9 AB
27	0,3 A	0,7 A	1,4 A
34	13,2 A	7,8 A	16,2 A
37	1,4 AB	0,1 B	1,6 A
38	33,7 A	17,3 B	28,7 A
41	12,1 A	1,9 B	16,3 A
43	18,0 A	8,1 B	16,1 AB
44	0,1 A	0,1 A	0,5 A
45	14,4 A	4,3 B	12,3 AB
46	9,7 A	2,6 B	12,2 A
48	10,4 AB	3,6 B	17,1 A
49	7,1 A	2,2 B	2,2 B
50	10,5 AB	3,4 B	15,6 A
51	1,9 A	0,8 A	1,6 A
53	9,2 A	2,7 B	5,2 AB
54	11,3 AB	6,1 B	16,5 A
55	12,4 A	4,8 B	18,5 A
57	10,8 A	5,4 A	10,2 A
63	18,3 A	4,3 B	12,5 A
64	16,6 AB	9,6 B	25,7 A
71	23,3 A	16,2 A	25,2 A
74	5,3 AB	2,5 B	10,4 A
76	2,1 A	1,7 A	5,2 A
79	4,7 A	2,5 A	2,7 A
91	10,3 A	6,7 A	8,7 A
92	48,8 A	25,2 C	38,1 B
94	9,2 A	4,6 A	8,5 A
97	14,7 AB	8,6 B	19,3 A
98	20,8 A	10,2 B	24,7 A
100	7,8 A	2,6 B	6,4 AB
121	6,8 A	1,8 B	2,8 AB
148	2,8 AB	1,4 B	5,1 A
150	9,4 A	6,0 A	10,8 A
151	18,3 A	3,8 B	11,3 AB
185	19,2 A	8,4 B	23,1 A
195	4,3 AB	3,1 B	9,4 A
197	7,3 A	3,3 A	7,7 A

\*Médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si a pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

do Rocha), 20 (Ilhéus), 22 (Ilhéus), 26 (Itacaré), 38 (Camacan), 92 (Itabuna), 98 (Santo Amaro) e 185 (Jiquiriçá) (Tabela 3). Resultados semelhantes sobre agressividade de isolados de *C. cacaofunesta* também foram obtidos por Oliveira et al., (2009); Silva et al., (2004; 2012; 2013); Magalhães et al., (2015; 2016) que diferenciaram o CACAU JACA como mais resistente. Entretanto, apenas o isolado 92 permitiu diferenciar os três clones na condição de resistente (CACAU JACA), moderadamente resistente (TSH-1188) e suscetível (CCN-51). O isolado 20, bem como os 16, 22, 98 e 185 não mostraram diferenças significativas entre o número de peritécios formados para CCN-51 e TSH-1188; enquanto o isolado 2 não diferenciou CACAU JACA de TSH-1188, que se comportaram como resistentes.

O isolado 71 foi classificado entre os mais agressivos apenas para TSH-1188 (Tabela 2) e não permitiu diferenciação entre os clones. Santos (2015), utilizando dois métodos, inoculação de plantas adultas no campo e método de disco de folhas, também comprovou a suscetibilidade do clone CCN-51 e a resistência do CACAU JACA ao isolado Cc 20, enquanto Magalhães et al. (2016) utilizando o isolado Cc20 e a mistura de inóculos contendo Cc20, através do método de disco de folhas, diferenciaram as reações dos genótipos na condição de resistentes (CACAU JACA e TSH-1188), e suscetível (CCN-51).

Os isolados 27, 34, 44, 51, 57, 76, 79, 91, 94, 150 e 197 de diferentes municípios não diferenciaram os clones quanto à resistência devido a fraca agressividade demonstrada. Porém, os demais exibiram diferentes níveis de agressividade sugerindo diferentes comportamentos dos clones quanto à resistência ao patógeno, resultados que demonstram a diversidade patogênica existente entre os isolados (Tabela 3). Observa-se, por exemplo, que o isolado 18 proveniente de Ilhéus, foi o único que mostrou agressividade ao CACAU JACA, porém, este isolado foi classificado no grupo D, cuja média de peritécios formados está entre os de menor agressividade a este clone (Tabela 2, Figura 3A-C). Delgado e Suárez (2003) avaliaram a resistência de clones e a agressividade de dois isolados provenientes um do Brasil e outro do Equador, demonstrando que o isolado do Brasil Bahia foi mais

agressivo quando comparado ao do Equador, o que, conseqüentemente, dificultou o uso no Brasil (Silva et al., 2004) da escala de notas proposta por Delgado e Echandi (1965).

Devido a variação que pode existir na agressividade da população do patógeno entre locais, a recomendação de clones resistentes a uma doença, em geral deve estar relacionada ao local e isolados do patógeno. Em Trinidad e na Venezuela, por exemplo, o clone IMC 67 foi o primeiro considerado resistente à murcha de *Ceratocystis* (Capriles de Reys, 1981). Entretanto, na Bahia, os estudos realizados não comprovaram a resistência destes materiais em face da agressividade dos isolados regionais de *C. cacaofunesta* (Silva et al., 2004).

Não há indícios de agrupamento dos isolados por ano ou local de coleta, uma vez que a distribuição por grupos, de acordo com a agressividade da colonização nos discos de folha demonstra que isolados da mesma localidade, por exemplo, Itabuna que teve quatro isolados presentes nas diferentes classes hierárquicas. De igual modo, nos grupos mais agressivos, com maior número de peritécios formados nos três clones, estão presentes isolados coletados em anos diferentes.

### Conclusão

Considerando que não há relatos na literatura sobre testes com um número tão elevado de isolados de *C. cacaofunesta* como o aqui apresentado, esse estudo concluiu que existe grande variabilidade na população do patógeno *C. cacaofunesta* em relação à agressividade ao cacaueiro, na região cacaueira baiana.

Verifica-se a necessidade de estudos moleculares para avaliar a variabilidade genética nesta população, e também testes para selecionar materiais genéticos resistentes a isolados mais agressivos e, sempre que possível, usando mistura de isolados provenientes de diversos municípios.

### Agradecimentos

À CEPLAC por disponibilizar o espaço, pessoal e equipamentos para desenvolvimento do experimento. Às Técnicas Virgínia Damasceno e Ana Rosa Rocha Niella do Laboratório de *Ceratocystis* - Cerlab da

Seção de Fitossanidade do Centro de Pesquisa do Cacau por toda dedicação e ensinamentos prestados. À Lindolfo Pereira dos Santos Filho (Ceplac) pela ajuda nas análises estatísticas.

### Literatura Citada

- ALARCON, C. R. M. 1994. Determinación de resistencia de 250 clones de cacao de origen nacional al ataque de mal de machete. (Agronomy Graduation Thesis). Guayaquil, Universidad Agraria del Ecuador. 69p.
- ALMEIDA, L. C. C. et al. 2005. Distribuição geográfica da murcha-de-*Ceratocystis* do cacaueiro na Bahia, Brasil. *Ilhéus. Agrotrópica* (Brasil) 17:83-86.
- BAKER, C. J.; HARRINGTON, T. C. 2001. *Ceratocystis fimbriata*. In: Crop Protection Compendium. Wallingford, UK. CAB International. (CD version).
- BEZERRA J. L. 1997. *Ceratocystis fimbriata* causing death of budded cocoa seedlings in Bahia, Brazil. *Incoped Newsletter* 1:6.
- BEZERRA, J. L. et al. 1998. Ocorrência de *Ceratocystis fimbriata* em clones de cacau no estado da Bahia. *Fitopatologia Brasileira* 23: 228.
- CAPRILES DE REYES, L. C. 1981. Resistencia de cultivares de cacao a *Ceratocystis fimbriata*. *Proceedings 6 th International Cocoa Research Conference*, Caracas, Venezuela, 1977. pp.70-86.
- COITÍA, W.; ROSALES, C. J. 2001. Relación entre la incidencia de escolítidos y la necrosis del cacao em Aragua, Venezuela. *Manejo Integrado de Plagas* 62:65-71.
- DELGADO, A. J.; ECHANDI, E. 1965. Evaluación de la resistencia de especies y clones de cacao al mal del machete provocado por *Ceratocystis fimbriata*. *Turrialba* 15:286-289.
- DELGADO, R.; SUÁREZ, C. 2003. Diferencias em agressividad entre aislamientos de *Ceratocystis fimbriata* de Ecuador y Brasil em cacao. In: *Seminário Nacional de Sanidad Vegetal*, 12º, Latacunga, Ecuador. 8p.



- DOMINGUEZ, R. P. F.; VELÁSQUEZ, F. 1972. Selección de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) por resistencia al hongo *Ceratocystis fimbriata*. Revista de la Facultad de Agronomía (University of Venezuela) 6:57-73.
- ENGELBRECHT, C. J. B.; HARRINGTON, T. C. 2005. Intersterility, morphology and taxonomy of *Ceratocystis fimbriata* on sweet potato, cacao and sycamore Mycologia 97:57-69.
- GUERRERO, H. A. M. 1975. Estudio de la resistencia a *Ceratocystis fimbriata* Ellis y Halst., em híbridos y clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) utilizando dos métodos de evaluación. Masters Thesis. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica. 62p.
- MALAGUITI, G. 1956. La necrosis del tronco del cacao en Venezuela. In: Reunión do Comitê Técnico Interamericano de Cacao, 6, Salvador, BA. Proceedings, pp.351-365.
- MAGALHÃES, D. M. A. et al. 2015. Miniestaquia e espuma fenólica: Novas ferramentas para avaliação de resistência à murcha de *Ceratocystis* em cacauero. Agrotropica (Brasil) 27(3):317-322.
- MAGALHÃES, D. M. A. et al. 2016. Leaf disc method for screening *Ceratocystis* wilt resistance in cacao. Tropical Plant Pathology 41(3):155-161.
- MARIN, M. et al. 2003. Relationships of *Ceratocystis fimbriata* isolates from Colombian coffee-growing regions based on molecular data and pathogenicity. Journal of Phytopathology 151:395-405.
- MATA, S. N. 1991. Métodos de inoculación de *Ceratocystis fimbriata* e Evaluación de Resistencia en Cacao. (Agronomy Graduation Thesis). Turrialba, Universidade de Costa Rica. 85p.
- OLIVEIRA, B. F. et al. 2009. Identificação de fontes de resistência a *Ceratocystis cacaofunesta* em mudas de cacauero. Agrotropica (Brasil) 21:83-88.
- OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. 2005. Murcha-de-ceratocystis. In: OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. Identificação e manejo das principais doenças do cacauero no Brasil. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC/SEFIT. pp. 55-63.
- PEREIRA, J. L. et al. 1989. Primeira ocorrência de vassoura-de-bruxa na principal região produtora de cacau do Brasil. Agrotropica (Brasil) 1:79-81.
- RAM, A.; VALLE, R. R. M.; FREITAS, D. B. 2004. Controle de cancro ou murcha de *Ceratocystis* do cacauero na Bahia, Brasil. Agrotropica (Brasil) 16:111-114.
- SAEG. 2007. SAEG: sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa, MG, UFV.
- SANTOS, E. dos. 2015. Revalidação de metodologias para inoculação e seleção de fontes de resistência a *Ceratocystis cacaofunesta* em cacaueros. Dissertação de Mestrado. Ilhéus, BA, Universidade Estadual de Santa Cruz.
- SANCHEZ, C. L. G. 2007. Murcha-de-*Ceratocystis* (*Ceratocystis cacaofunesta*) no Sul da Bahia: Metodologia para seleção de genótipos de cacauero resistentes e estudos preliminares descritivos do patógeno. Dissertação Mestrado. Ilhéus, BA, Universidade Estadual de Santa Cruz. 75p.
- SANCHES, C. L. G. et al. 2008. Assessment of resistance to *Ceratocystis cacaofunesta* in cocoa genotypes. European Journal of Plant Pathology 122:517-528.
- SAS INSTITUTE. 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide. SAS Institute, Cary, NC. 5121p.
- SILVA, S. D. V. M.; LUZ, E. D. M. N. 2000. *Ceratocystis fimbriata* em cacaueros das variedades cultivadas na Bahia. Fitopatologia Brasileira 25: (Supl.424) (Resumo).
- SILVA, S. D. V. M.; PAIM, M. C.; CASTRO, W. M. 2004. Cacau "Jaca" resistente a *Ceratocystis fimbriata* na região cacaueira da Bahia, Brasil. Fitopatologia Brasileira 29(5):538-540.
- SILVA, S. D. V. M. 2005. Ensaios para avaliação do cacauero à murcha-de-*Ceratocystis* na Bahia, Brasil. In: International Cocoa Research Conference, 14º, Accra, Ghana. Proceedings. Lagos, Nigeria, Cocoa Producer's Alliance pp. 1341-1347. V.2.

- SILVA, S. D. V. M. et al. 2007. Reação de genótipos de cacaueiros a isolados de *Ceratocystis cacaofunesta*. Fitopatologia Brasileira 32:504-506.
- SILVA, S. D. V. M. et al. 2012. Resistência de progênies de cacaueiro à murcha-de-*Ceratocystis*. Tropical Plant Pathology 37(3):191-195.
- SILVA, S. D. V. M. et al. 2013. Seleção de clones de cacaueiros resistentes à murcha-de-*ceratocystis* em condições de campo. Agrotrópica (Brasil) 25 (2):163-170.
-

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-OLEÍFERA DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE MACAÚBA CONSERVADOS EM BANCO DE GERMOPLASMA

*Silvia Ferreira de Sá<sup>1</sup>, Léo Duc Haa Carson Schwartzhaupt da Conceição<sup>2\*</sup>, Maria Madalena Rinaldi<sup>2</sup>, Marcelo Fideles Braga<sup>2</sup>, Nilton Tadeu Vilela Junqueira<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Faculdade de Agronomia, ICESP Promove, 71961-540, Águas Claras-DF, Brasil. <sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Embrapa Cerrados, 73310-970, Planaltina-DF, Brasil.

\*Autor para correspondência: leo.carson@embrapa.br

A macaúba é uma palmeira nativa do bioma Cerrado e grandemente dispersa no território brasileiro. Seu valor econômico pode ser medido em termos energéticos e pelo potencial de uso na indústria de alimentos e cosméticos. Objetivou-se realizar a caracterização físico-oleífera dos frutos de 39 genótipos mantidos no Banco Ativo de Germoplasma de Macaúba da Embrapa Cerrados (BAGMC). Foram analisados caracteres físicos dos frutos e teores de óleo na polpa (mesocarpo) e amêndoa. A análise de agrupamento com base na matriz de distâncias euclidianas resultou na formação de quatro grupos com tendência de similaridade associada com a origem geográfica do germoplasma. Genótipos de Planaltina-DF e Carmo do Paranaíba-MG atingiram acima de 170 g de mesocarpo, em amostras de 20 frutos, e teores de óleo no mesocarpo acima de 65%. Os caracteres massa do mesocarpo e massa do endocarpo foram os que mais contribuíram para a divergência genética total explicando 83,53% da variação entre genótipos. Foram encontradas correlações altamente significativas entre os caracteres analisados. Existe variabilidade entre os genótipos caracterizados e indicação de genótipos promissores em rendimento de óleo e polpa.

**Palavras-chave:** *Acrocomia aculeata*, Distância Euclidiana, Divergência Genética.

**Physical-oleifer characterization in macauba genotypes preserved in germplasm bank.** Macauba is a native palm of the Cerrado biome and widely dispersed in Brazilian territory. Its economic value can be measured in energetic terms and potential use in the food and cosmetic industry. The objective was to perform the fruits physical-oleaginous characterization of 39 genotypes from Embrapa Cerrados's Macauba Germplasm Active Bank (BAGMC). Were analyzed physical characteristics of fruits and oil contents of pulp (mesocarp) and kernel. The cluster analysis based on the matrix of Euclidean distances resulted in the formation of four groups with similarity tendency associated with the geographic origin of the germplasm. Genotypes of Planaltina, DF, and Carmo do Paranaíba, MG, reached above 170 g of mesocarp, in samples of 20 fruits, and oil contents in the mesocarp above 65%. The characters mass of the mesocarp and mass of the endocarp contributed the most to the total genetic divergence explaining 83,53% of the variation. Highly significant correlations were found between analyzed characters. There is variability between the genotypes characterized and indication of promising genotypes in oil and pulp yield.

**Key words:** *Acrocomia aculeata*, Euclidian Distance, Genetic Divergence.

## Introdução

A macaúba, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart., pertencente à família Arecaceae, é uma palmeira nativa das florestas tropicais e amplamente dispersa no território brasileiro (Lorenzi, 2010). Atualmente esta espécie é reconhecida como uma oleaginosa promissora e vem apresentando destaque por possuir várias características de interesse comercial, principalmente na produção de óleo e no aproveitamento dos frutos. O óleo da polpa apresenta grande potencial para produção de biodiesel (César et al., 2015) e outros bicompostíveis como bioquerosene (Lanes et al., 2014; Falasca et al., 2013). O óleo da amêndoa apresenta qualidade nutricional para o consumo humano (Hiane et al., 2005), potencial na utilização de fármacos (Lescano et al., 2015) e na indústria de cosméticos (Callegari et al., 2014).

Diversos estudos têm mostrado o potencial de aproveitamento dos resíduos e obtenção de coprodutos. A torta (resíduo da extração do óleo da polpa e da amêndoa) pode ser utilizada na ração animal para cordeiros (Azevedo et al., 2012), caprinos (Santos et al., 2008) e ovinos (Fonseca et al., 2012). A farinha da polpa pode ser consumida no preparo de sorvetes, bolos, e outros produtos comestíveis (Aristone e Leme, 2006). Além disso, trabalhos já constataram a qualidade nutricional da polpa e da amêndoa (Hiane et al., 2006; Ramos et al., 2008). O endocarpo produz um carvão vegetal de excelente qualidade (Silva et al., 1986) e todos os componentes do resíduo do fruto (epicarpo, endocarpo e fibras) são capazes de gerar bioóleo a partir do processo de pirólise (Cardoso et al., 2016).

Nos últimos anos, houve um crescimento significativo em relação ao conhecimento e desenvolvimento tecnológico sobre a macaúba, e existem grupos de pesquisa de importantes instituições brasileiras com fortes ações tendo em vista o melhoramento genético e o desenvolvimento de um sistema de produção (Motoike et al., 2013; Colombo et al., 2014; Conceição et al., 2015b). Com estes objetivos, ações de pesquisa têm reunido germoplasma de macaúba em grandes coleções de conservação *ex situ* (Conceição et al., 2010; Manfio et al., 2010; Berton et al., 2013). A conservação de

germoplasma é importante para a preservação do patrimônio genético, principalmente quando se trata de plantas nativas. Contudo, um dos pontos críticos que dificultam a utilização de novos genótipos de um banco de germoplasma pelo melhorista é a carência de informação e falta de dados relacionada à caracterização (Tombolato et al., 2004). O processo de melhoramento é altamente dependente da base genética existente, evidenciando a necessidade da coleta, conservação, caracterização e/ou avaliação deste recurso, servindo de insumo para o desenvolvimento de cultivares (Queiroz e Lopes, 2007).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização físico-oleífera dos frutos de genótipos do Banco Ativo de Germoplasma de Macaúba (BAGMC) da Embrapa Cerrados.

## Material e Métodos

O BAGMC foi estabelecido em dezembro de 2008 na área experimental da Embrapa Cerrados. O germoplasma derivado de 100 famílias de meio-irmãos, apresenta delineamento experimental de Blocos ao Acaso, com três repetições, em parcelas formadas de uma (1) a quatro (4) plantas, totalizando 1081 plantas. Foram caracterizados 39 genótipos oriundos de Minas Gerais, Goiás, Pará, São Paulo e o Distrito Federal (Tabela 1). Os caracteres avaliados foram: volume (cm<sup>3</sup>) do fruto (VFR), massas (g) do epicarpo (EPI), do mesocarpo (MES), do endocarpo (END) e da amêndoa (AME), percentuais de cinzas (%) do mesocarpo (CINM) e da amêndoa (CINA), e teores de óleo (%) do mesocarpo (OMES) e da amêndoa (OAME). As amostras foram compostas por 20 frutos coletados de cada genótipo e levadas ao laboratório. Para análise laboratorial, todas as partes do fruto foram separadas manualmente, pesadas e posteriormente secas em estufa de circulação de ar (105 °C por 24 horas) para aferir a umidade. A extração do óleo do mesocarpo e da amêndoa foi realizada utilizando o Sistema de Extração ANKOM<sup>XT15</sup> (Kelley, 2005).

Com base nas avaliações dos caracteres físico-oleíferos, foram aplicados os seguintes procedimentos estatísticos: estimativa das distâncias genéticas entre genótipos pela Distância Euclidiana (i); contribuição



Tabela 1 - Identificação dos genótipos de macaúba do BAGMC e respectivos locais e regiões geográficas de origem

Região	Nº	Identificação	Local
Microrregião de Belo Horizonte-MG	1	B.HORIZONTE-1	Belo Horizonte-MG
Microrregião de Anápolis-GO	2	ANAPOLIS-1	São Francisco-GO
	3	ANAPOLIS-2	Jaraguá-GO
	4	ANAPOLIS-3	Jaraguá-GO
Microrregião de Unaí-MG	5	UNAI-1	Uruana de Minas-MG
	6	UNAI-2	Arinos-MG
	7	UNAI-3	Arinos-MG
Microrregião do Entorno-GO	8	ENTORNO-1	Cabeceiras-GO
	9	ENTORNO-2	Formosa-GO
	10	ENTORNO-3	Planaltina-GO
	11	ENTORNO-4	Formosa-GO
	12	ENTORNO-5	Cabeceiras-GO
Distrito Federal	13	D.FEDERAL-1	Planaltina-DF
	14	D.FEDERAL-2	Planaltina-DF
	15	D.FEDERAL-3	Planaltina-DF
	16	D.FEDERAL-4	Paronoá-DF
	17	D.FEDERAL-5	Planaltina-DF
	18	D.FEDERAL-6	Planaltina-DF
	19	D.FEDERAL-7	Paronoá-DF
	20	D.FEDERAL-8	Planaltina-DF
	21	D.FEDERAL-9	Planaltina-DF
	22	D.FEDERAL-10	Planaltina-DF
	23	D.FEDERAL-11	Planaltina-DF
Microrregião de Porangatu-GO	24	PORANGATU-1	Porangatu-GO
	25	PORANGATU-2	Porangatu-GO
	26	PORANGATU-3	Porangatu-GO
	27	PORANGATU-4	Porangatu-GO
	28	PORANGATU-5	Campinorte-GO
	29	PORANGATU-6	Porangatu-GO
	30	PORANGATU-7	Porangatu-GO
	31	PORANGATU-8	Estrela do Norte-GO
Microrregião de Ceres-GO	32	CERES-1	São Luiz do Norte-GO
Microrregião de Montes Claros-MG	33	M.CLAROS-1	Montes Claros-MG
Microrregião Patos de Minas-MG	34	P.MINAS-1	Carmo da Parnaíba-GO
Microrregião de Lavras-MG	35	LAVRAS-1	Ingaí-MG
Microrregião de Ituverava-SP	36	ITUVERAVA-1	Buritizal-SP
Microrregião da Chapada dos Veadeiros-GO	37	C.VEADEIROS-1	Cavalcante-GO
Região de Marabá-PA	38	MARABA-1	Marabá-PA
	39	MARABA-2	Marabá-PA

relativa dos caracteres para a variabilidade total obtida com base na estatística de Singh (ii); análise de agrupamento efetuada com base nas distâncias euclidianas utilizando o método WPGMA (iii); análise

de componentes principais (iv); e estimativas de correlações fenotípicas pelo método de Pearson (v). Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2013).

## Resultados e Discussão

O dendograma gerado com base nas distâncias Euclidianas mostrou a formação de quatro grupos, utilizando como critério de ponto de corte a distância euclidiana média entre os genótipos avaliados (Figura 1). Observa-se uma leve tendência de agrupamento dos genótipos conforme a origem geográfica, e ao mesmo tempo, genótipos de mesma origem distribuíram-se entre os grupos, o que denota a variabilidade existente. No grupo um (1), permaneceram todos os genótipos da região de Anápolis-GO. No grupo dois (2), encontram-se a maioria dos genótipos do Distrito Federal, juntamente com três dos cinco genótipos do Entorno. No grupo três (3), estão presentes a maioria dos genótipos de Porangatu-GO, no entanto, três do Distrito Federal estão localizados em um pequeno subgrupo deste grupo. O grupo quatro (4) é formado pelos genótipos ENTORNO-3, D.FEDERAL-1 e P.MINAS-1. Os genótipos de regiões do estado de Minas Gerais estão distribuídos em todos os grupos. Os dois genótipos de

Marabá-PA permaneceram em grupos distintos. Diversos estudos de diversidade genética em macaúba baseados em variáveis quantitativas ou moleculares têm apresentado esta tendência de agrupamento de acordo com a origem geográfica (Oliveira et al., 2008; Bellon et al., 2009; Conceição et al., 2015a; Manfio et al., 2012). O valor encontrado para o coeficiente de correlação cofenético foi de 0,72, sendo altamente significativo de acordo com teste-t ( $p < 0,01$ ), mostrando ajuste entre a matriz de distância genética e a representação gráfica, e desta forma, fundamentando as inferências baseadas no dendograma com confiabilidade técnica. O mesmo padrão de similaridade observado no dendograma foi verificado na dispersão gráfica dos escores no plano cartesiano bidimensional obtido pela análise de componentes principais (Figura 2).

A variabilidade apresentada nas análises de agrupamento e dispersão gráfica também pode ser verificada pelos desvios padrão e amplitudes observadas (valores máximos e mínimos) para os caracteres de maior interesse VFR, END, MES,

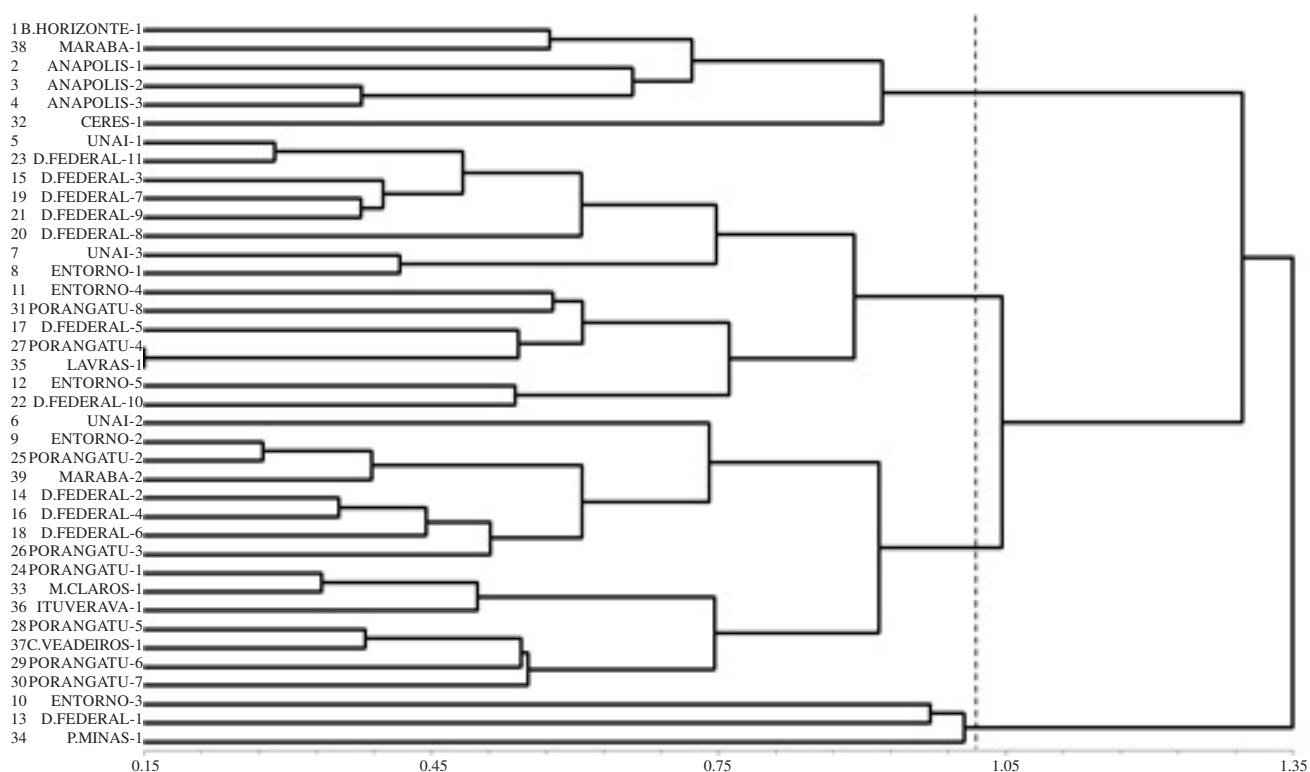


Figura 1 - Análise de agrupamento de 39 genótipos de macaúba, utilizando distâncias Euclidianas estimadas com base em características físicas e oleríferas dos frutos. O método do WPGMA foi utilizado como critério de agrupamento.

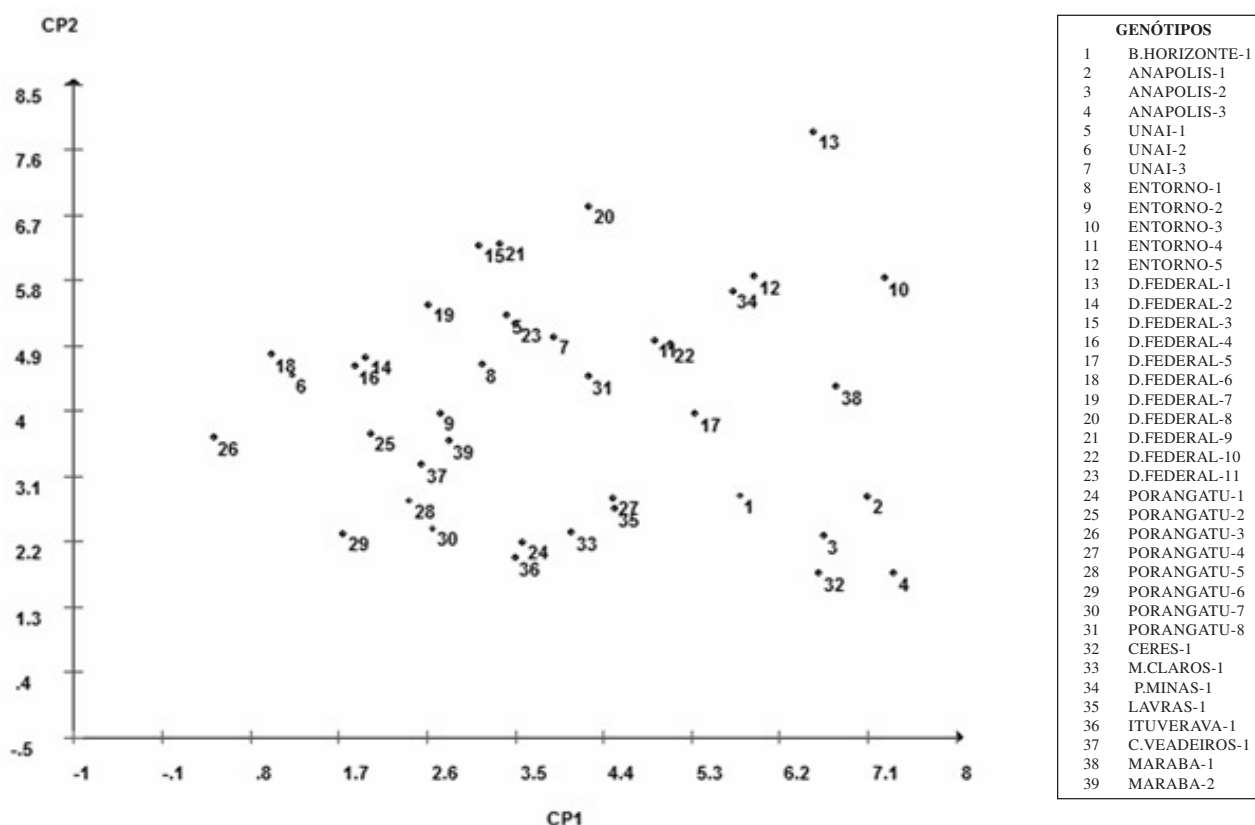


Figura 2 - Gráfico de dispersão bidimensional obtido com os valores dos dois primeiros componentes utilizando 39 genótipos de macaúba.

OMES e OAME (Tabela 2). Entre os valores observados destacam-se D.FEDERAL-1 e P.MINAS-1 com massa de mesocarpo total em amostras de 20 frutos acima de 170 g e teores de óleo acima de 65% (Tabela 2).

De acordo com a estatística de Singh (1981) os caracteres massa do mesocarpo e massa do endocarpo foram os que mais contribuíram para a divergência genética total com 51,69% e 31,84%, somando mais de 80% da variação total observada (Tabela 3). A variação encontrada para o carácter massa do mesocarpo entre os genótipos mostra ser importante para trabalhos de seleção visando ao maior rendimento de óleo, visto que o mesocarpo é a parte que mais contribui para o teor de óleo no fruto. Em estudo de diversidade realizado com macaúba, em amostras coletadas na natureza em populações naturais, os resultados apontaram destaque para as características percentual de óleo no mesocarpo e massa do fruto inteiro, que juntas contribuíram com 64,6% da variação observada (Conceição et al.,

2015a). Para divergência analisada em genótipos da palmeira Tucumã, *Astrocaryum vulgare* Mart., o rendimento de óleo na polpa foi um dos mais importantes caracteres para diferenciar o germoplasma (Flores et al., 2012).

Correlações positivas, elevadas e altamente significativas entre VFR e EPI (0,87), MES e EPI (0,83), END e AME (0,81), VFR e MES (0,78) e CINA e OMES (0,78) demonstram forte associação entre estas características (Tabela 4). Ciconini et al. (2013) encontraram associação positiva entre a massa do fruto da macaúba e massa do mesocarpo o que corrobora com a associação encontrada para VFR e MES. Tais associações poderão ser importantes em trabalhos de seleção indireta ou uso de índices de seleção, a depender dos objetivos do programa (produção de farinha, óleo ou endocarpo). No entanto, são necessárias análises complementares relacionadas à herdabilidade e ganhos de seleção juntamente com a avaliação de outros caracteres de fácil observação.

Tabela 2 - Valores médios, mínimos, máximos e desvios padrão dos caracteres de interesse volume de fruto (VFR), massas do endocarpo (END) e mesocarpo (MES), e percentuais de óleo no mesocarpo (OMES) e na amêndoa (OAME)

Nº	Genótipos	VFR cm <sup>3</sup>	END g	MES g	OMES %	OAME %
1	B.HORIZONTE-1	42,0	138,66	114,18	35,24	38,01
2	ANAPOLIS-1	37,0	190,77	131,37	22,53	38,40
3	ANAPOLIS-2	37,4	216,37	138,47	29,54	42,83
4	ANAPOLIS-3	38,7	256,90	134,30	33,72	45,91
5	UNAI-1	28,8	90,29	150,78	53,96	35,59
6	UNAI-2	18,3	72,96	93,87	63,46	34,83
7	UNAI-3	23,6	75,17	167,58	35,43	32,03
8	ENTORNO-1	21,6	71,01	136,72	44,81	31,56
9	ENTORNO-2	24,8	90,09	127,08	58,67	47,37
10	ENTORNO-3	42,9	167,36	219,30	49,70	42,85
11	ENTORNO-4	33,8	133,05	161,29	56,62	39,15
12	ENTORNO-5	36,1	128,23	197,95	55,90	45,34
13	D.FEDERAL-1	39,9	153,28	223,08	65,42	37,77
14	D.FEDERAL-2	22,3	49,57	103,30	61,43	42,82
15	D.FEDERAL-3	26,7	83,91	141,47	57,24	38,06
16	D.FEDERAL-4	24,2	86,47	107,52	63,13	44,03
17	D.FEDERAL-5	31,3	146,70	106,92	47,23	40,01
18	D.FEDERAL-6	19,0	49,81	110,98	64,93	48,27
19	D.FEDERAL-7	24,0	76,30	124,13	60,41	37,20
20	D.FEDERAL-8	29,7	95,12	224,04	58,31	37,62
21	D.FEDERAL-9	28,3	88,59	171,11	64,71	37,35
22	D.FEDERAL-10	27,5	125,44	160,82	55,50	40,80
23	D.FEDERAL-11	30,0	103,33	150,34	59,35	36,83
24	PORANGATU-1	23,7	113,71	104,98	33,91	43,23
25	PORANGATU-2	23,2	93,90	104,55	60,42	46,09
26	PORANGATU-3	17,4	42,81	77,51	56,57	43,57
27	PORANGATU-4	27,2	161,53	101,02	47,79	40,08
28	PORANGATU-5	21,1	99,77	84,45	47,77	39,30
29	PORANGATU-6	20,1	87,58	66,81	50,52	42,76
30	PORANGATU-7	20,9	80,41	79,09	37,93	35,79
31	PORANGATU-8	30,2	121,28	131,92	52,67	33,24
32	CERES-1	34,4	213,36	121,25	29,46	49,71
33	M.CLAROS-1	22,7	124,32	109,74	38,33	46,74
34	P.MINAS-1	41,2	212,35	172,45	68,69	34,89
35	LAVRAS-1	26,6	163,85	102,09	45,21	38,25
36	ITUVERAVA-1	25,1	111,85	85,95	39,78	50,48
37	C.VEADEIROS-1	22,0	77,63	103,45	45,95	33,31
38	MARABA-1	44,6	163,17	151,17	40,99	33,83
39	MARABA-2	27,8	84,76	105,56	47,72	44,96
<b>Média</b>		<b>28,62</b>	<b>119,02</b>	<b>130,73</b>	<b>49,76</b>	<b>40,27</b>
<b>Mínimo</b>		<b>17,4</b>	<b>42,81</b>	<b>66,81</b>	<b>22,53</b>	<b>31,56</b>
<b>Máximo</b>		<b>44,6</b>	<b>256,9</b>	<b>224,04</b>	<b>68,69</b>	<b>50,48</b>
<b>Desvio Padrão</b>		<b>7,50</b>	<b>50,72</b>	<b>39,81</b>	<b>11,79</b>	<b>5,05</b>



Tabela 3 - Contribuição relativa das variáveis avaliadas para divergência apresentada entre os genótipos de macaúba baseada na estatística de Singh (1981)

Carácter	S.J*	Contribuição Relativa (%)
Volume do fruto	83.534,78	1,13
Massa do epicarpo	721.094,4	9,77
Massa do mesocarpo	3.813.102,3	51,69
Massa do endocarpo	2.348.808,6	31,84
Massa da amêndoa	161.823,2	2,19
Percentual de cinzas do mesocarpo	4.240,1	0,06
Percentual de óleo no mesocarpo	206.326,0	2,80
Percentual de cinzas da amêndoa	286,7	0,01
Percentual de óleo na amêndoa	37.811,4	0,51

## Conclusões

Existe variabilidade no germoplasma de macaúba para caracteres de importância relacionados com fatores de rendimento de óleo e polpa (mesocarpo). A caracterização aponta, de forma preliminar, genótipos promissores para produtividade de óleo.

## Agradecimentos

À Finep, CNPq, Petrobrás e MCTI pelos financiamentos e concessão de bolsas à alunos de graduação e ensino médio.

Tabela 4 - Correlação de Pearson entre os caracteres físicos dos frutos e teor de óleo observados em 39 genótipos de macaúba

Carácter <sup>1</sup>	VFR	EPI	MES	END	AME	CINM	OMES	CINA	OAME
<b>VFR</b>		0,87 **	0,78 **	0,62 **	0,41 **	-0,30 <sup>ns</sup>	-0,21 <sup>ns</sup>	-0,00 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>
<b>EPI</b>			0,83 **	0,49 **	0,36 *	-0,44 **	-0,37 *	-0,09 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
<b>MES</b>				0,28 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	-0,60 **	-0,46 **	-0,06 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>
<b>END</b>					0,81 **	0,13 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>
<b>AME</b>						0,12 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>ns</sup>
<b>CINM</b>							0,78 **	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>
<b>OMES</b>								0,13 <sup>ns</sup>	-0,08 <sup>ns</sup>
<b>CINA</b>									0,13 <sup>ns</sup>

Carácter<sup>1</sup>: volume do fruto (VFR), massa do epicarpo (EPI), massa do mesocarpo (MES), massa do endocarpo (END), massa da amêndoa (AME), percentual de cinzas no mesocarpo (CINM), teor de óleo no mesocarpo (OMES), percentual de cinzas na amêndoa (CINA) e teor de óleo na amêndoa (OAME).

## Literatura Citada

- ARISTONE, F.; LEME, M. F. 2006. Manual didático como fazer farinha de bocaiúva: guia completo e livro de receitas. Campo Grande, UFMS/CNPq. 18p.
- AZEVEDO, R. A. et al. 2012. Desempenho de cordeiros alimentados com inclusão de torta de macaúba na dieta. Pesquisa Agropecuária Brasileira 47(11):1663-1668.
- BELLON, G. et al. 2009. Variabilidade genética de acessos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) com base em marcadores RAPD. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 5, Guarapari. Anais. Vitória, Incaper. CD-Rom, 4p.
- BERTON, L. H. C. et al. 2013. Implantação e avaliação preliminar do Banco Ativo de Germoplasma de Macaúba (*Acrocomia aculeata*) do IAC/APTA Leste Paulista. In: Workshop agroenergia: matérias primas, Ribeirão Preto, 7. Anais. Campinas, SP, IAC.
- CALLEGARI, F. C.; CREN, E. C.; ANDRADE, M. H. C. 2014. Perspectivas da utilização dos óleos da macaúba (*Acrocomia aculeata* (jacq.) Lodd. Ex mart) no desenvolvimento de cosméticos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis, 20. Anais. Florianópolis, ABEQ. 8p.
- CARDOSO, C. A. L.; MACHADO, M. E; CARAMÃO, E. B. 2016. Characterization of bio-oils obtained from pyrolysis of bocaiuva residues. Renewable Energy 91:21-31.
- CÉSAR, A. S. et al. 2015. The prospects of using *Acrocomia aculeata* (macaúba) anon-edible biodiesel feedstock in Brazil. Renewable and Sustainable Energy Reviews 49:1213-1220.
- CICONINI, G. et al. 2013. Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. Industrial Crops and Products 45:208-214.

- COLOMBO, C. A. et al. 2014. Macaúba - Promessa brasileira de planta oleaginosa para produção de energia renovável sustentável. *O Agrônomo* 64-66:73-77.
- CONCEICAO, L. D. H. C. S. et al. 2010. Perfil do banco ativo de germoplasma de macaúba da Embrapa Cerrados. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 4; Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, Belo Horizonte, 7. Resumos. Lavras, UFLA.
- CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S. et al. 2015a. Genetic diversity of macauba from natural populations of Brazil. *BMC Research Notes* 8(406):1-9.
- CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S. et al. 2015b. Macaúba. In: LOPES, R. et al. (Eds.). *Palmeiras Nativas do Brasil*. Brasília, Embrapa. pp.269-305.
- CRUZ, C. D. 2013. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy* 35(3):271-276.
- FALASCA, S.; ULBERICH, A.; WALDMAN, C. 2013. Possibilities of Argentina to produce biokerosene for aviation under dry subhumid to arid areas. In: MÉNDEZ-VILAS, A. *Materials and processes for energy: communicating current research and technological developments*. Barcelona, Formatex Research Center. pp.327-334.
- FLORES, B. C. et al. 2012. Divergência genética entre acessos de tucumanzeiro selecionados para teor de óleo na polpa por caracteres morfo-agronômicos. In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, Belém, 2. Anais. Brasília, SBRG. 4p.
- FONSECA, M. P. et al. 2012. Use of macaúba cake replacing corn on carcass characteristics and body measurements of Santa Inês lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41(5):1231-1235.
- HIANE, P. A. et al. 2005. Óleo da polpa e amêndoa de bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Caracterização e composição em ácidos graxos. *Brazilian Journal of Food Technology* 8(3):256-259.
- HIANE, P. A. et al. 2006. Chemical and nutritional evaluation of kernels of bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 26:683-689.
- KELLEY, C. 2005. A novel procedure for fat and oil extraction. *Processing* 16(2):76-77.
- LANES, E. C. M.; COSTA, P. M. A; MOTOIKE, S. Y. 2014. Brazil promotes aviation biofuels. *Nature* 511:31.
- LESCANO, C. H. et al. 2015. Diuretic and Anti-Inflammatory Activities of the Microencapsulated *Acrocomia aculeata* (Arecaceae) Oil on Wistar Rats. *Journal of Medicinal Food* 18(6):656-662.
- LORENZI, H. et al. 2010. *Flora Brasileira - Arecaceae (Palmeiras)*. Nova Odessa, Instituto Plantarum. 384p.
- MANFIO, C. E. et al. 2010. Coleta de germoplasma de macaúba no estado de Minas Gerais. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 4; Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, Belo Horizonte, 7. Resumos. Lavras, UFLA.
- MANFIO, C. E. et al. 2012. Avaliação de progênes de macaúba na fase juvenil e estimativas de parâmetros genéticos e diversidade genética. *Pesquisa Florestal Brasileira* 32:63-68.
- MOTOIKE, S. Y. et al. 2013. A cultura da macaúba – implantação e manejo de cultivos racionais. Viçosa, Editora UFV. 61p.
- OLIVEIRA, D. A. et al. 2008. Diversidade genética de populações de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. (Arecaceae) no norte do estado de Minas Gerais. In: Simpósio Nacional sobre Cerrados, 2; Simpósio Internacional sobre Savanas, Planaltina, 2. Resumos. Brasília, Embrapa Cerrados. 7p.
- QUEIROZ, M. A.; LOPES, M. A. 2007. Importância dos recursos genéticos vegetais para o agronegócio. In: NASS, L. L. *Recursos genéticos vegetais*. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. pp.281-306.
- RAMOS, M. I. L. et al. 2008. Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28:90-94.
- SANTOS, A. C. R. et al. 2008. Efeito da inclusão da torta de macaúba sobre o consumo de caprino. In: ZOOTECA 2008, João Pessoa, 2008. Anais. João Pessoa, ABZ/Embrapa Caprinos/UFPB. pp.1-3.
- SILVA, J. C.; BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. 1986. Endocarpos de babaçú e macaúba comparados à madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de carvão vegetal. *Ipef* 34:31-39.
- SINGH, D. 1981. The relative importance of characters affecting genetic diversity. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 41(2):237-245.
- TOMBOLATO, A. F. C. et al. 2004. Domesticação e pré-melhoramento de plantas: I. Ornamentais. *O Agrônomo* 56(1):12-14. ●

## VARIABILIDADE GENÉTICA DE PROGÊNIES DE MARACUJÁ MAÇÃ (*Passiflora maliformis* L.) USANDO MARCADORES RAPD E ISSR

Clotildes Neves da Silva<sup>1</sup>, Fabio Gelape Faleiro<sup>2</sup>, Jamile da Silva Oliveira<sup>3</sup>, Nilton Tadeu Vilela Junqueira<sup>2</sup> e Kênia Gracielle da Fonseca<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agr. Mestranda em Agronomia/Universidade Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, 70910-900 Brasília-DF. clohnevesilva@hotmail.com. <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Cerrados, BR 020, km 18, Caixa Postal 08223, 73010-970 Planaltina-DF. ffaleiro@cpac.embrapa.br, junqueir@cpac.embrapa.br. <sup>3</sup>Eng. Agr. Doutora em Agronomia/bolsista da Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, Caixa Postal 08223, 73010-970 Planaltina-DF. jamile.oliveira54@gmail.com, kenia.gfonseca@gmail.com

Marcadores moleculares do DNA são ferramentas úteis na caracterização de genótipos de maracujá, em razão de apresentarem elevada quantidade de polimorfismos sem interferência ambiental. Objetivou-se neste trabalho estudar a variabilidade genética de 22 plantas selecionadas de progênies de meio-irmãos de *P. maliformis*. Essas progênies foram obtidas a partir de ciclos de seleção e recombinação do programa de melhoramento genético por seleção recorrente realizado na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. Foi realizada a caracterização molecular das 22 plantas com base em marcadores RAPD e ISSR. Foram obtidos 100 marcadores RAPD e 81 marcadores ISSR a partir dos quais foram estimadas as dissimilaridades genéticas entre as plantas selecionadas. A matriz de dissimilaridade genética foi empregada para realizar análises de agrupamento por meio de dendrograma, utilizando o método *Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages* como critério de agrupamento e dispersão gráfica baseada em escalas multidimensionais, usando o método das coordenadas principais. As dissimilaridades genéticas entre as 22 plantas selecionadas variaram entre 0,15 e 0,78. Análises de agrupamento evidenciaram uma tendência de agrupamento das plantas oriundas da mesma progênie. Os marcadores RAPD e ISSR foram eficientes na caracterização das plantas selecionadas de *P. maliformis* e na quantificação da variabilidade genética entre elas.

**Palavras-chave:** Marcador molecular, maracujá silvestre, diversidade genética, seleção recorrente.

**Genetic variability of Apple Passion Fruit (*Passiflora maliformis* L.) progenies using RAPD and ISSR markers.** DNA molecular markers are useful tools in the characterization of passion fruit genotypes, due to the high number of polymorphisms without environmental interference. The objective of this work was to study the genetic variability of 22 plants selected from half-sib progenies of *P. maliformis*. These progenies were obtained from cycles of selection and recombination of the genetic breeding program by recurrent selection performed at Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. Molecular characterization of the 22 selected plants was performed using RAPD and ISSR markers. 100 RAPD and 81 ISSR markers were obtained and genetic dissimilarities between the selected plants were estimated. The genetic dissimilarity matrix was used for grouping analysis using dendrogram, using the *Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages* method as a grouping criterion. Graphic dispersion analysis was performed using main coordinates method. Genetic dissimilarities among the 22 plants selected varied between 0.15 and 0.78. Grouping analyzes evidenced a grouping tendency of plants from the same progeny. The RAPD and ISSR markers were efficient in the characterization of the selected plants of *P. Maliformis* and in the genetic variability quantification.

**Key words:** Molecular marker, wild passion fruit, genetic diversity, recurrent selection.

## Introdução

O Brasil é um dos principais centros de distribuição geográfica do gênero *Passiflora*, onde ocorrem aproximadamente 130 espécies, das quais 88 são endêmicas (Bernacci et al., 2005; Cervi, 2010). O Brasil é, atualmente, o maior produtor e consumidor mundial do maracujá, com uma área de 57.183 hectares e produção de 823.284 toneladas, em 2014 (ABF, 2016). O desenvolvimento da cadeia produtiva do maracujá no Brasil ocorreu em virtude das ações de pesquisa e inovação realizadas pelas empresas públicas e privadas, muitas vezes em parceria (Faleiro et al., 2008).

Embora as pesquisas com maracujazeiros estejam amplamente dirigidas às espécies cultivadas e, principalmente, à *P. edulis*, existem várias espécies silvestres de maracujazeiros com grande potencial agrônomo, que não têm recebido devida atenção da pesquisa. Entre estas espécies está a *Passiflora maliformis* L., também conhecida como maracujá cabaça doce, maracujá maçã e maracujá de osso. Esta espécie é cultivada comercialmente na Colômbia, onde é conhecida como cholupa ou granadilla de piedra (Ocampo et al., 2015).

Diante do potencial econômico e social desta espécie de maracujazeiro silvestre, a Embrapa e parceiros desenvolvem ações de pesquisa e desenvolvimento desta espécie envolvendo programas de conservação, caracterização e uso de recursos genéticos e melhoramento (Faleiro et al., 2013; 2015). Tais ações de pesquisa têm utilizado marcadores moleculares do DNA como ferramentas auxiliares em diferentes etapas destes programas, desde a caracterização do germoplasma até as etapas finais de seleção de plantas melhoradas (Faleiro, 2007 e 2011; Faleiro et al., 2014). Coque & Gallais (2006) na busca por métodos de seleção mais eficientes relataram que os marcadores moleculares do DNA podem conferir algumas vantagens em relação ao processo seletivo de plantas, com economia de tempo e recursos financeiros, além de garantir a existência da diversidade genética necessária para a continuidade do programa. Segundo Caixeta et al. (2006), a técnica de RAPD (*Random Amplification of Polymorphic DNA*) tem grandes vantagens em relação aos outros métodos, por apresentar simplicidade, rapidez na obtenção de dados e custo relativamente reduzido, além da aplicabilidade imediata

em qualquer tipo de organismo. De forma complementar os marcadores *Inter Simple Sequence Repeat* (ISSR) são dominantes e valiosas ferramentas em estudos de diversidade genética interespecífica de maracujá (Santos et al., 2011).

A caracterização e quantificação da variabilidade genética acessada por meio dos marcadores moleculares permitem estabelecer relacionamentos genéticos entre plantas selecionadas de forma ampla e sem interferência ambiental, o que é muito útil em programas de melhoramento de diferentes espécies, incluindo-se o maracujá.

Objetivou-se avaliar a variabilidade genética de 22 plantas selecionadas de progênes de meio-irmãos de *P. maliformis*, utilizando marcadores RAPD e ISSR.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Genética e Biologia Molecular da Embrapa Cerrados, Planaltina/DF. Foram analisados 22 genótipos selecionados de progênes de meio-irmãos do maracujazeiro silvestre *P. maliformis* identificados e descritos da Tabela 1.

Tabela 1. Identificação das 22 plantas selecionadas de *Passiflora maliformis* com informação da progênie, repetição, plantas e seus respectivos códigos

Nº do Genótipo	Progênie	Repetição	Planta*	Código
1	P4	R3	PIS	P4R3PIS
2	P1	R5	PIS	P1R5PIS
3	P2	R1	PIS	P2R1PIS
4	P5	R2	PIS	P5R2PIS
5	P2	R3	PIS	P2R3PIS
6	P4	R3	PIS	P4R3PIS
7	P3	R4	PIS	P3R4PIS
8	P6	R4	PIS	P6R4PIS
9	P3	R5	PIS	P3R5PIS
10	P5	R3	PIS	P5R3PIS
11	P2	R2	PI1	P2R2PI1
12	P2	R2	PI2	P2R2PI2
13	P2	R2	PI3	P2R2PI3
14	P2	R2	PI4	P2R2PI4
15	P2	R2	PI5	P2R2PI5
16	P2	R2	PI6	P2R2PI6
17	P1	R3	PI1	P1R3PI1
18	P1	R3	PI2	P1R3PI2
19	P1	R3	PI3	P1R3PI3
20	P1	R3	PI4	P1R3PI4
21	P1	R3	PI5	P1R3PI5
22	P1	R3	PI6	P1R3PI6

\*: PIS = Planta Selecionada.



As plantas foram selecionadas a partir de progênies meio-irmãos obtidas a partir de ciclos de seleção e recombinação do programa de melhoramento genético por seleção recorrente realizado na Embrapa Cerrados.

A metodologia de extração de DNA foi a do CTAB, com algumas modificações (Faleiro et al., 2003). O tecido vegetal fresco foi macerado com auxílio de um bastão de vidro e, em seguida, foram adicionados em cada amostra, 450  $\mu$ L de tampão contendo Tris-HCl 100 mM (pH 8,3), CTAB 7%, EDTA 20 mM, NaCl 1,4 M. As amostras seguiram para banho-maria a 65 °C, por 30 minutos. A desproteinização foi realizada adicionando-se 400  $\mu$ L de solução clorofórmio: álcool isoamílico (24:1); em seguida, as amostras foram agitadas para a formação de uma emulsão e, na sequência, centrifugadas a 5.000 rpm por cinco minutos, retirando-se, aproximadamente, 200  $\mu$ L do sobrenadante que foi colocado em microtubos de 2 mL.

Foram adicionados ao sobrenadante 200  $\mu$ L de isopropanol gelado (5°C), invertendo-se os microtubos para promover a precipitação do DNA. Em sucessão, os tubos foram colocados a -20 °C, permanecendo por 30 minutos e, logo após, foram centrifugados a 7.000 rpm, por dez minutos, descartando-se o

sobrenadante. O *pellet* formado foi lavado, por duas vezes, com 200  $\mu$ L de etanol 70% e seco à temperatura ambiente e ressuspensionado em 100  $\mu$ L de água Milli Q, contendo RNase na concentração de 40  $\mu$ L/mL.

A quantidade de DNA foi estimada por espectrofotometria a 260 nm ( $A_{260}$ ), e a relação  $A_{260}/A_{280}$  foi utilizada para avaliar a pureza e a qualidade das amostras (Sambrook et al., 1989). As amostras de DNA de cada acesso foram diluídas para 5 ng/ $\mu$ L. Inicialmente, foram testados 19 *primers* decâmeros RAPD e 7 *primers* ISSR, dos quais foram selecionados os que geraram maior quantidade de bandas mais informativas e com maior qualidade de amplificação (Tabela 2).

As reações de amplificação para a obtenção de marcadores RAPD foram efetuadas em um volume total de 13  $\mu$ L, sendo: 6,29  $\mu$ L de água Milli Q, 1,3  $\mu$ L de tampão 1x (Invitrogen), 0,78  $\mu$ L de  $MgCl_2$  50mM; 0,13  $\mu$ L dos desoxiribonucleotídeos (dATP, dTTP, dGTP e dCTP) 10 mM; 1,3  $\mu$ L de um iniciador-primer 2 mM; 0,2  $\mu$ L da enzima *Taq* DNA polimerase (1 unidade) e 3  $\mu$ L de DNA (15  $\mu$ g).

As reações de amplificação para o ISSR foram efetuadas em um volume total de 13  $\mu$ L, sendo: 4,9  $\mu$ L

Tabela 2. Primers testados e utilizados para obtenção dos marcadores RAPD e ISSR de 22 plantas selecionadas de *Passiflora maliformis*, e respectivos números de bandas utilizadas nas análises (BP). Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016

Primer RAPD	Sequência 5' → 3'	Bandas	Primer ISSR	Sequência 5' → 3'	Bandas
1 - OPD-04	TCTGGTGAGG		* 5 - TriAGC3'RC	AGCAGCAGCAGCAGC	21
* 2 - OPD-07	TTGGCACGGG	11	* 6 - TriAGG3'RC	AGGAGGAGGAGGAGG	13
* 3 - OPD-08	GTGTGCCCCA	20	* 7 - TriCAG3'RC	CAGCAGCAGCAGCAG	12
4 - OPD-10	GGTCTACACC		* 8 - DiGA5'C	CGAGAGAGAGAGAGA	14
5 - OPD-16	AGGGCGTAAG		13 - DiGA3'C	GAGAGAGAGAGAGAG	
6 - OPE-16	GGTGACTGTG		14 - DiGA5'CY	AGAGAGAGAGAGAGA	
* 7 - OPE-18	GGACTGCAGA	06	* 15 - DiGT5'CY	GTGTGTGTGTGTGTGT	21
* 8 - OPE-20	AACGGTGACC	13			
9 - OPF-01	ACGGATCCTG				
10 - OPF-14	TGCTGCAGGT				
11 - OPF-17	AACCCGGGAA				
12 - OPG-01	CTACGGAGGA				
* 13 - OPG-05	CTGAGACGGA	03			
* 14 - OPG-08	TCACGTCCAC	05			
15 - OPG-17	ACGACCGACA				
* 16 - OPH-04	GGAAGTCGCC	29			
* 17 - OPH-12	ACGCGCATGT	13			
18 - OPH-16	TCTCAGCTGG				
19 - OPH-17	CACTCTCCTC				
Total		100	Total		81

\**Primers* selecionados

de água Milli Q, 1,3 iL de tampão, 0,39iL de  $MgCl_2$  50mM; 0,26iL dos desoxiribonucleotídeos (dATP, dTTP, dGTP e dCTP) 10 iM; 1,95iL de um iniciador 2 iM; 0,2 iL da enzima *Taq* DNA polimerase (1 unidade) e 3 iL de DNA (15 ng).

As amplificações para obtenção de marcadores RAPD foram efetuadas em termociclador programado para 40 ciclos, cada um composto pela seguinte sequência: 15 s a 94 °C, 30 s a 35 °C e 90 s a 72 °C. Concluídos os 40 ciclos, foi realizada uma etapa de extensão final de seis minutos a 72 °C, e finalmente, a temperatura foi reduzida para 4 °C. Para ISSR foram realizadas em termociclador, no qual as amostras foram inicialmente, desnaturadas a 94 °C por 2 min, seguidos de 37 ciclos, iniciando-se com 15 segundos a 94 °C; em seguida 30 segundos a 47 °C e posteriormente 72 °C por 1 minuto; ao final de todos os ciclos o processo foi finalizado por 7 minutos a 72 °C e resfriado a 4 °C.

Após a amplificação, foram adicionados, a cada amostra, 3 iL de uma mistura de azul de bromofenol (0,25%) e glicerol (60%) em água. Essas amostras foram aplicadas em gel de agarose (1,2%), corado com brometo de etídio, submerso em tampão TBE (Tris-Borato 90 mM, EDTA 1 mM). A separação eletroforética foi de, aproximadamente, quatro horas, a 90 volts. Ao término da corrida, os géis foram fotografados sob luz ultravioleta.

Os marcadores RAPD e ISSR gerados foram convertidos em uma matriz de dados binários, a partir da qual foi estimada a dissimilaridade genética entre os diferentes genótipos, com base no complemento do coeficiente de similaridade de Nei e Li (Nei e Li, 1979), utilizando o Programa Genes (Cruz, 2007). A similaridade genética (SG) foi dada por:

$$S_{gij} = 2N_{ij}/(N_i + N_j), \text{ onde:}$$

$N_{ij}$  é o número de bandas presentes em ambos os genótipos  $i$  e  $j$ ;  $N_i$  e  $N_j$  é o número de bandas presentes no genótipo  $i$  e  $j$ , respectivamente; e, subtraído o valor de SG da unidade (1 - SG), foi obtida a dissimilaridade genética.

A matriz de dissimilaridade genética foi empregada para realizar análises de agrupamento por meio de dendrograma, utilizando o método do UPGMA (*Unweighted pair group method arithmetic average*) (Sneath e Sokal, 1973), e a dispersão gráfica baseada em escalas multidimensionais, usando o método das coordenadas principais, com auxílio do Programa SAS (SAS Institute Inc., 2008) e Statistica

(STATSOFT Inc., 2007). Foi realizada a análise descritiva das estimativas de distâncias genéticas obtidas com base nos marcadores RAPD e ISSR (valores mínimo e máximo, média e o coeficiente de variação), com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2007).

## Resultados e Discussão

A análise das 22 plantas de *Passiflora maliformis*, por meio do uso dos oito *primers* decâmeros, gerou um total de 103 marcadores RAPD, totalizando uma média de 12,87 marcadores por *primer*. As distâncias genéticas entre as 22 plantas avaliadas variaram entre 0,11 e 0,74. A menor distância (0,11) foi observada entre as plantas 18 (P1R3P12) e 20 (P1R3P14), ou seja, plantas da mesma progênie e repetição. A maior distância (0,74) foi observada entre as plantas 09 (P3R5P1S) e 22 (P1R3P16). A maior proximidade genética entre as plantas 18 e 20 já era esperada, considerando que tem origem comum na mesma progênie. A maior distância obtida entre as plantas 09 e 22 de diferentes progênies, evidenciam a relação dos marcadores moleculares com a genealogia dos genótipos analisados.

Com base na análise da técnica molecular ISSR foram obtidos 82 marcadores com os cinco *primers* decâmeros, perfazendo uma média de 16,4 marcadores por *primer*. As distâncias genéticas entre os 22 acessos avaliados variaram entre 0,15 e 0,78. As menores distâncias genéticas, de 0,15, foram observadas entre plantas de diferentes progênies como a 08 (P6R4P1S) e 09 (P3R5P1S), 10 (P5R3P1S) e 14 (P2R2P14). A maior distância (0,78) foi observada entre os acessos 12 (P2R2P12) e 18 (P1R3P12).

Bellon et al. (2009), estudando a variabilidade genética de acessos obtidos de população silvestres de maracujazeiro-doce com base em marcadores RAPD, encontraram distâncias entre os acessos que variaram entre 0,096 e 0,324. Esta amplitude de distâncias foi menor que a verificada no presente trabalho, evidenciando a ampla base genética das plantas analisadas, que segundo o pesquisador Nilton Junqueira, 2016 (comunicação pessoal)<sup>1</sup> tiveram na base de cruzamentos, acessos de *P. maliformis* originados de Roraima, Rondônia e São Paulo, justificando assim, as distâncias apresentadas pelas progênies avaliadas.

<sup>1</sup>Informação fornecida por JUNQUEIRA, N.T.V. pesquisador em fruticultura tropical na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Planaltina, DF, Embrapa Cerrados, 2016.

Pela análise de agrupamento e dispersão gráfica obtida com base nos marcadores RAPD (Figura 1) observou-se a formação de grupos de similaridade contendo plantas de diferentes progênies. Este fato evidencia que existe um inter-relacionamento genético entre as progênies analisadas. Considerando que as progênies analisadas foram obtidas a partir de matrizes selecionadas ao longo de ciclos de seleção e recombinação, é de se esperar esse inter-relacionamento.

Bellon et al. (2007), estudando a variabilidade genética de acessos silvestres e comerciais de *Passiflora edulis* Sims com base em marcadores RAPD, encontraram 7 grupos de similaridade genética com uma tendência de agrupamento entre aqueles acessos que eram procedentes da mesma região geográfica. No caso das progênies de *P. maliformis* analisadas no presente trabalho, não há vínculo de origem geográfica, uma vez que os acessos de diferentes regiões foram inter cruzados no início do programa de melhoramento em 2002.

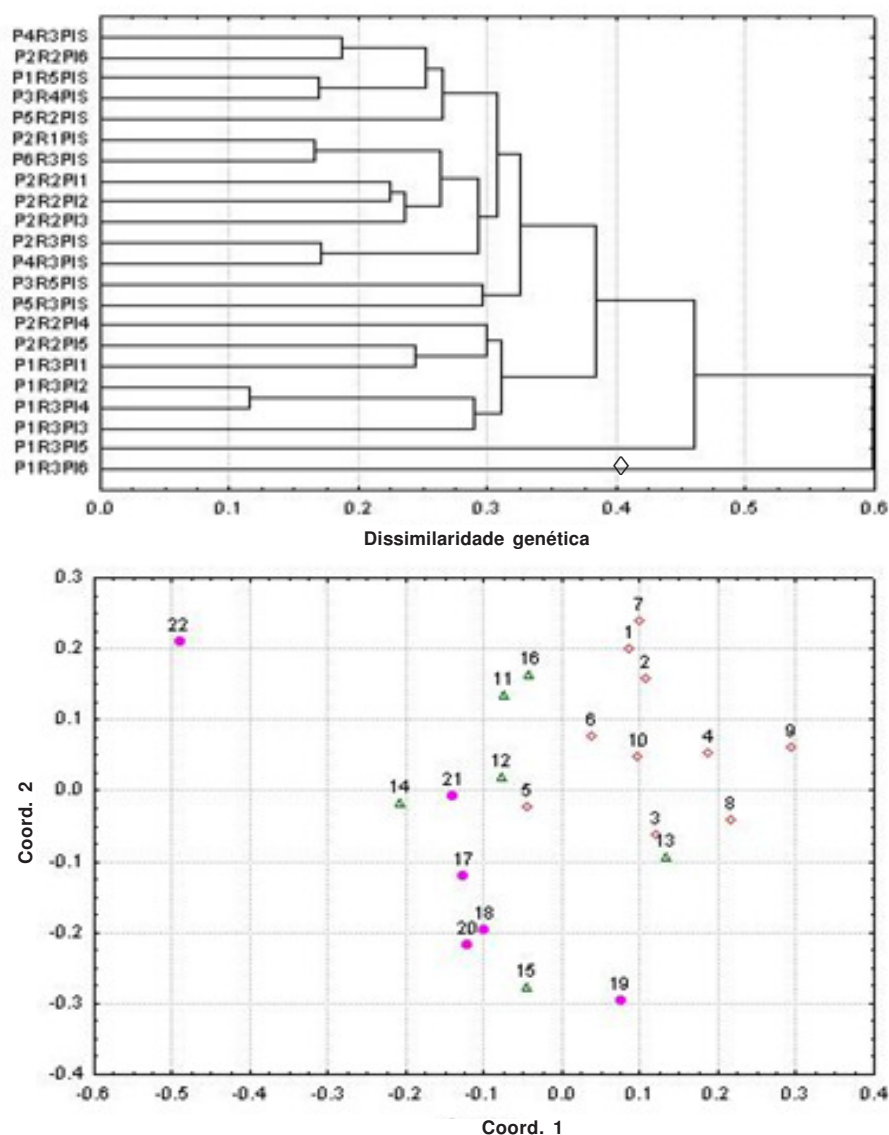
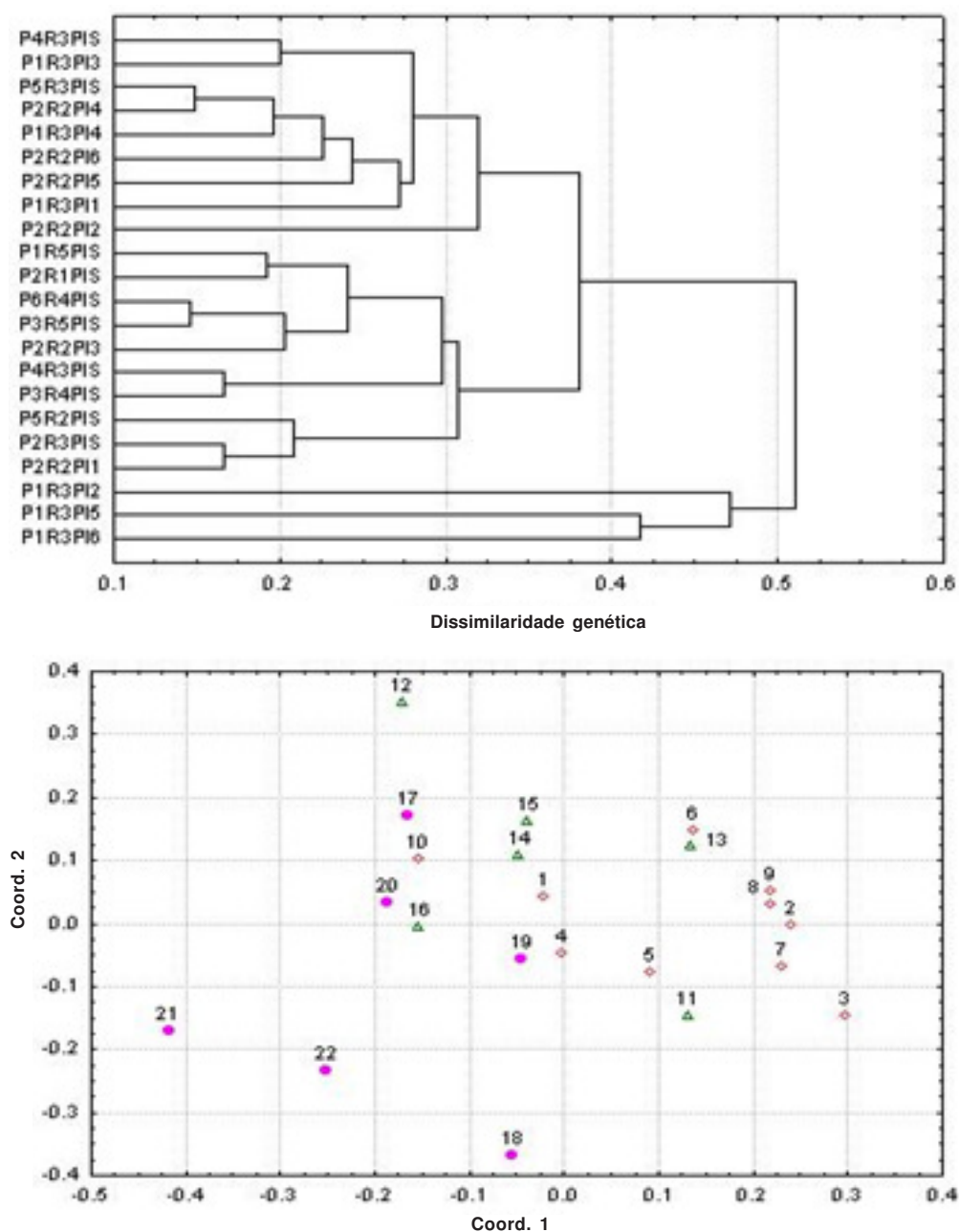


Figura 1. Análise de agrupamento e dispersão gráfica de 22 acessos de *P. maliformis* com base na matriz de dissimilaridade genética calculada utilizando-se 103 marcadores RAPD. O método do UPGMA foi utilizado como critério de agrupamento. O método das coordenadas principais foi utilizado na análise de dispersão gráfica. O valor do coeficiente de correlação cofenética ( $r$ ) é de 0,85. Os números correspondem aos acessos. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016.



**Legenda:**

1. P4R3PIS, 2. P1R5PIS, 3. P2R1PIS, 4. P5R2PIS, 5. P2R3PIS, 6. P4R3PIS, 7. P3R4PIS, 8. P6R4PIS, 9. P3R5PIS, 10. P5R3PIS;

11. P2R2PIS, 12. P2R2PIS, 13. P2R2PIS, 14. P2R2PIS, 15. P2R2PIS, 16. P2R2PIS;

17. P1R3PIS, 18. P1R3PIS, 19. P1R3PIS, 20. P1R3PIS, 21. P1R3PIS, 22. P1R3PIS.

Figura 2. Análise de agrupamento e dispersão gráfica de 22 acessos de *Passiflora maliformis*, com base na matriz de dissimilaridade genética calculada utilizando-se 82 marcadores ISSR. O método do UPGMA foi utilizado como critério de agrupamento. O método das coordenadas principais foi utilizado na análise de dispersão gráfica. O valor do coeficiente de correlação cofenética ( $r$ ) foi de 0,86. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2015.



Em relação às análises de agrupamento e dispersão gráfica com base nos marcadores ISSR (Figura 2), também houve a formação de grupos de similaridade com plantas de diferentes progênies.

Os marcadores moleculares foram muito úteis neste trabalho, pois, auxiliaram o processo de seleção das progênies que se tornarão matrizes na próxima etapa do programa de melhoramento da espécie *P. maliformis*. A seleção foi realizada com base na divergência evidenciada pelas duas técnicas de marcadores utilizadas e também com base nas avaliações agronômicas realizadas.

Um fato importante evidenciado nas análises de agrupamentos com base nos marcadores RAPD e ISSR é uma tendência das plantas selecionadas (PIS) ficarem mais próximas entre si. Este fato ilustra que o processo de seleção pode levar a uma redução da variabilidade genética das plantas selecionadas, possivelmente porque há uma seleção de genótipos com maior concentração de genes favoráveis. Considerando que a espécie *P. maliformis* é alógama e autoincompatível, é importante que a redução da variabilidade genética das plantas selecionadas não impacte negativamente no processo de vingamento dos frutos e consequentemente na produtividade do pomar. A validação das populações em condições comerciais é de suma importância para o processo de desenvolvimento e recomendação de cultivares geneticamente melhorada.

### Conclusão

Marcadores moleculares RAPD e ISSR evidenciam a variabilidade genética das plantas e progênies de *P. maliformis* analisadas e uma tendência de agrupamento ou uma tendência de estreitamento da base genética das plantas selecionadas ao longo do programa de melhoramento genético. Esta tendência deve ser considerada pelos melhoristas no desenvolvimento de novas cultivares dessa espécie, considerando o seu modo de reprodução envolvendo a alogamia e autoincompatibilidade.

### Literatura Citada

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. (ABF). 2016. Treichel, M. et al. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 88 p.

- BELLON, G. et al. 2009. Variabilidade genética de acessos obtidos de populações cultivadas e silvestres de maracujazeiro-doce com base em marcadores RAPD. *Revista Brasileira de Fruticultura* 31(1):197-202.
- BELLON, G. et al. 2007. Variabilidade genética de acessos silvestres e comerciais de *Passiflora edulis* Sims. com base em marcadores RAPD. *Revista Brasileira de Fruticultura* 29(1):124-127.
- BERNACCI, L. C. et al. 2005. Espécies de maracujá: caracterização e conservação da biodiversidade. In: Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V.; Braga, M. F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados. pp.559-586.
- CAIXETA, E. T. et al. 2006. Tipos de Marcadores Moleculares. In: Borém, A.; Caixeta, E. T. Marcadores Moleculares. Viçosa, MG, UFV. p.374.
- CERVI, A. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A.; BERNACCI, L. C. 2010. Passifloraceae. In: Forzza, R. F. et al. (eds.) Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro, RJ, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. pp.1432-1436. v.2.
- CRUZ, C. D. 2007. Programa Genes: Biometria. Editora UFV. Viçosa, MG. 382p.
- COQUE, M.; GALLAIS, A. 2006. Genomic regions involved in response to grain yield selection at high and low nitrogen fertilization in maize. *Theoretical and Applied Genetics* 112:1205-1220.
- FALEIRO, F. G. et al. 2003. Metodologia para operacionalizar a extração de DNA de espécies nativas do cerrado. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, n. 92.
- FALEIRO, F. G. 2007. Marcadores moleculares aplicados a programas de conservação e uso de recursos genéticos. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados. 102p.
- FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. 2008. Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados. 184p.

- FALEIRO, F. G. 2011. Aplicações de marcadores moleculares como ferramenta auxiliar em programas de conservação, caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético vegetal. In: Faleiro, F. G.; Andrade, S. R. M.; Reis Júnior, F. B. Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados. pp. 55-118.
- FALEIRO, F. G. et al. 2013. Avanços e perspectivas do melhoramento genético de *Passifloras* no Brasil. In: Congreso Latino - americano de Pasifloras, 2º, Neiva, Huila, Colômbia.; Libro de memorias – Neiva, (Huila), Corporación Cepass Colombia. pp. 12-23.
- FALEIRO, F. G. et al. 2014. Obtenção e validação de descritores das cultivares de maracujazeiro silvestre BRS Pérola do Cerrado, BRS Céu do Cerrado e BRS Rosea Púrpura. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 23, Cuiabá, MT. pp. 4.
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M. 2015. Ações de pesquisa e desenvolvimento para o uso diversificado de espécies comerciais e silvestres de maracujá (*Passiflora* spp.). Planaltina, DF, Embrapa Cerrados. Documentos nº 329. pp.26.
- NEI, M.; LI, W. H. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proceedings. National Academy of Sciences (Allahabad) 76(1):5269-5273.
- OCAMPO, J. A. et al. 2015. El cultivo de lacholupa (*Passiflora maliformis* L.): Una alternativa para la fruticultura colombiana. Neiva (Huila), Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia – CEPASS. pp.52.
- SAMBROOCK, J.; FRITSCH, E. F.; MANIATS, T. 1989. Molecular cloning: a laboratory manual. 2nd. ed. New York, Cold Spring Harbor. pp.653.
- SANTOS, L. F. et al. 2011. ISSR Markers as a tool for the assessment of genetic diversity in *Passiflora*. Biochemical Genetics, New York, Plenum Publishing Corp. v. 49:540-554.
- SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT. 2008. SAS/STAT ® 9.2 user's guide. Cary. p.7857
- SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. 1973. Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification. San Francisco, W. H. Freeman. p.573.
- STATSOFT, INC. STATISTICA FOR WINDOWS. 2007. Statistica for Windows (data analysis software system), version 7.1. Statsoft, Tulsa, Oklahoma (USA).



## PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE MANDIOCA COM DOSSÉIS CONTRASTANTES EM DIFERENTES POPULAÇÕES E ÉPOCAS DE COLHEITA\*

*Eli Carlos de Oliveira<sup>1</sup>, Luiz Henrique Campos de Almeida<sup>2</sup>, Teresa Losada Valle<sup>3</sup>, Édison Miglioranza<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina/Departamento de Agronomia UEL/CCA. Rodovia Celso Garcia Cid – Pr 445, km 380, s/n – Campus Universitário, 86057-970 – Londrina, PR, Brasil. elioliveira@uel.br; emiglior@uel.br. <sup>2</sup>Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR; caluizhenrique@msn.com. <sup>3</sup>Instituto Agronômico de Campinas, Centro de Horticultura. Av. Barão de Itapura 1481, CP 28, 13020-902 - Campinas, SP - Brasil; teresalv@iac.sp.gov.br.

Autor para correspondência: elioliveira@uel.br

\*Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina - UEL.

Densidade populacional e época de colheita influenciam na produção de biomassa de mandioca. O presente trabalho teve por objetivo avaliar diferentes densidades populacionais e épocas de colheita de mandioca de diferentes conformações da parte aérea. Foram avaliadas quatro densidades de plantio específicas de cada cultivar: ‘Branca de Santa Catarina’ (BSC), de ramificação baixa e aberta, plantada de 5.000 a 29.000 plantas ha<sup>-1</sup>. ‘IAC 13’, hastes vigorosas e ramificações fechadas, nas densidades de 7.000 a 31.000 plantas ha<sup>-1</sup>. ‘IAC 14-18’, baixa e de ramificações fechadas, nas densidades de 9.000 a 33.000 plantas ha<sup>-1</sup> e ‘Fibra’, que não ramifica, de 11.000 a 35.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com seis repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas; parcelas representadas pela cultivares e subparcelas por épocas de colheita, iniciadas aos 120 dias após o plantio (DAP) até 720 DAP. Foram avaliadas a produção total de massa fresca (MF) e massa seca (MS), através das amostras de raízes, cepa, rama e folhas. Cultivares de parte aérea ramificada, ‘BSC’, ‘IAC 13’ e ‘IAC 14-18’ apresentaram maiores produções das massas nas menores densidades populacionais. Para ‘Fibra’, a biomassa aumentou com o aumento da população. Em todas cultivares, o máximo de produção ocorreu entre 600 e 720 DAP.

**Palavras-chave:** *Manihot esculenta* Crantz; adensamento; cultivares; ramificação.

**Cassava biomass of biological production with canopies contrasting in different populations.** Population density and harvest season influence the production of cassava biomass. The present paper had the objective of evaluating different population densities and harvest times of cassava of different conformations of the aerial part. Four specific planting densities of each cultivar were evaluated: ‘Branca de Santa Catarina’ (BSC), with low and open branching, planted from 5,000 to 29,000 plants ha<sup>-1</sup>. ‘IAC 13’, vigorous stems and closed branches at densities of 7,000 to 31,000 ha<sup>-1</sup> plants. ‘IAC 14-18’ closed branches, 9,000 to 33,000 plants ha<sup>-1</sup> and ‘Fibra’, which does not branch, from 11,000 to 35,000 ha<sup>-1</sup> plants. The experimental design was randomized blocks with six replicates. The treatments were arranged in subdivided plots; plots represented by cultivars and subplots by harvesting times, starting at 120 days after planting (DAP) up to 720 DAP. The total production of fresh mass (FM) and dry mass (DM) were evaluated through the roots, roots, leaves and leaves samples. Cultivars of branched aerial part, ‘BSC’, ‘IAC 13’ and ‘IAC 14-18’ presented higher mass yields at lower population densities. For ‘Fibra’, biomass increased with increasing population. In all cultivars, the maximum production occurred between 600 and 720 DAP.

**Key words:** *Manihot esculenta* Crantz; density; cultivars; branch.

## Introdução

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pertence à família Euphorbiaceae a qual tem, como característica, a presença de látex e glicosídeos cianogênicos (Oliveira et al., 2014). É fonte de carboidrato e betacaroteno de baixo custo, o que releva sua significativa importância social em países tropicais e subtropicais de baixa renda, sendo que em muitos desses lugares há condições adversas de clima e ótima opção de cultivo, pois se desenvolve bem em solos profundos, com boa aeração e capacidade de armazenamento de água (Lahai et al., 2013).

No Brasil a área cultivada de mandioca em 2017 foi de quase 1,6 milhões de hectares, com produção de 23,7 milhões de toneladas de raízes. O Estado do Paraná é o terceiro maior produtor de raízes de mandioca, perdendo apenas para Pará e Bahia. O Paraná produz 4,0 milhões de toneladas com o maior rendimento médio, cerca de 25,7 t ha<sup>-1</sup>, maior que o rendimento médio brasileiro, 17,7 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2018).

Embora o rendimento no Paraná seja superior aos principais Estados produtores brasileiros, está bem abaixo do rendimento médio teórico de 90 t ha<sup>-1</sup> estimado em condições ótimas de cultivo segundo Cock et al. (1979) e Ziska et al. (2009). Muitos são os fatores que contribuem para os baixos rendimentos da mandioca, sendo que um deles é o arranjo de plantas na área de cultivo, pois o desafio está na seleção dos melhores espaçamentos conciliados com as cultivares mais produtivas, proporcionando a maximização no uso do solo, nutrientes, luz, água e gás carbônico.

A densidade populacional na cultura da mandioca é dependente de inúmeros fatores, um deles é a arquitetura do dossel vegetativo. De acordo com Streck et al. (2014), espaçamentos menores, devem ser priorizados para cultivares que não ramificam e para os que ramificam, a melhor opção é o menor número de plantas por área. Contudo, faz-se necessário conhecer a arquitetura das plantas para que possa assim evitar a competição intraespecífica das plantas entre e dentro das fileiras de plantio (Schons et al., 2007).

Também na mandiocultura, a época de colheita é um fator importante, podendo influenciar além do teor de amido, a produção da parte aérea, produtividade de raízes tuberosas, dentre outras características agronômicas (Aguiar et al., 2011; Oliveira et al., 2017).

Para Fukuda et al. (2006), considerando a duração do ciclo da mandioca, as cultivares podem ser classificadas em precoces, quando colhidas com 10 a 14 meses, semiprecoces, de 14 a 18 meses, e tardias, com ciclo acima de 18 meses. A produção de biomassa seca nas raízes está diretamente ligada a cultivar, o local de cultivo e a época de colheita. Embora o teor de amido aumente com a idade da planta, isto tem um determinado ponto de máximo, que cessa quando a lignificação das raízes se inicia, tornando-as fibrosas e duras. Benesi et al. (2008) consideram que conhecer a cultivar de mandioca quanto ao seu ciclo é fator preponderante para avaliar a melhor época de colheita e assim obter retorno econômico mais satisfatórios.

Embora o estudo dos resultados de matéria seca seja mais relevante devido ao processo fisiológico de translocação de fotoassimilados ao longo do ciclo de desenvolvimento das espécies, verificar a produção total de massa fresca para a cultura da mandioca se faz necessária, comparando-a com as médias regionais e nacional para fornecer a ideia exata de produção ao produtor, uma vez que sua comercialização na pós-colheita estar relacionada com o aumento do peso fresco das raízes e dos teores de amido.

Desta forma, salientada a importância da densidade de plantas associada com a definição da melhor época de colheita, este estudo teve por objetivo avaliar diferentes densidades populacionais de mandioca em diferentes épocas de colheita na produção total de massa fresca e seca.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na antiga Estação Experimental de Assis do Instituto Agrônomo, e atual Polo Regional do Médio Paranapanema da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), no município de Assis- SP. O clima do município é classificado, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo tropical quente e úmido, com pluviosidade média durante o período de condução do experimento de 325 mm, temperatura média de 24,5°C e umidade relativa de 80%, com períodos de chuvas entre os meses de novembro a janeiro.



O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Escuro distroférrico, horizonte A moderado, de textura média fase arenosa (EMBRAPA, 2013). Previamente à instalação do experimento na área destinada a pesquisa foi cultivada soja e com adubações baseada na análise de solo.

Para o preparo do solo, foi utilizado arado de disco à profundidade de 20 cm. Não houve a necessidade de destorroamento e gradagem de niveladora, pois se trata de um solo arenoso. A área foi sulcada a 35 cm e alternando-se linhas de plantio, assim o plantio entre linhas foi 70 cm ou 105 cm, sendo a distância entre plantas foi à necessária para atender as populações desejadas. Foi plantado o número suficiente de plantas para atender o número de colheitas necessárias, portanto as parcelas tiveram tamanhos variáveis. As cultivares utilizadas correspondem cada uma, a um tipo diferente de arquitetura do dossel vegetativo: 'BSC', de uso industrial e hábito de ramificação baixa e aberta, 'IAC 13', de uso industrial de hastes vigorosas e ramificações fechadas, 'IAC 14-18' apresenta com ramificações fechadas e 'Fibra', de uso industrial sem hábito de ramificar-se (Tabela 1).

Os materiais de plantio das cultivares foram produzidos no local onde foi feito o experimento. Para a propagação das plantas, foram utilizadas manivas de boa qualidade fisiológica e sanitária, com 20 cm de comprimento, com no mínimo cinco gemas viáveis, as quais foram distribuídas horizontalmente nos sulcos de plantio a 10 cm de profundidade. A adubação foi realizada, aplicando-se os fertilizantes no fundo do sulco. Foi utilizada como adubação mineral de plantio, 20,0; 80,0 e 30,0 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O por hectare, respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados completos, com duas repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pela

cultivares com suas respectivas densidades de plantas e as subparcelas pelas épocas de colheita 120, 240, 360, 480, 600 e 720 dias após o plantio (DAP).

As parcelas apresentaram dimensões variáveis a fim de alocar cada densidade mencionada. As subparcelas foram compostas por seis plantas úteis para cada época de colheita dentro de cada densidade. Portanto, o arranjo experimental ficou distribuído em forma de fatorial duplo, totalizando 48 tratamentos para cada cultivar e um total de 192 parcelas envolvendo todas cultivares, densidades e épocas de colheita.

Foram realizadas análises separadas por cultivar entre os fatores em seus respectivos níveis. Assim, foi possível analisar de forma exploratória todos os fatores envolvidos na pesquisa e os testes de hipóteses de suas possíveis interações, não havendo, portanto, a comparação entre as cultivares.

Os resíduos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e homogeneidade de variâncias de Bartlett. Para o ajuste inicial no espaço, realizado em função das densidades, foi adotado o modelo exponencial  $y = a \cdot x^b$  sugerido por Aguiar et al. (2011), por ser este o melhor que representa o efeito das densidades e fenômeno biológico em estudo, os níveis de significância e a complexidade matemática do modelo.

Da mesma forma, procedeu-se o ajuste final no tempo, a partir dos valores estimados na correção inicial em função das épocas de colheita. Para a determinação do modelo de ajuste temporal, seguiu a sugestão do modelo de regressão polinomial do 3º grau, descrito por  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ , por representar a dinâmica do crescimento de raízes de mandioca no primeiro e segundo ciclo (Aguiar et al., 2011).

Os parâmetros avaliados foram: produção total de massa fresca (MF) e massa seca (MS). A MF total foi determinada pela pesagem de amostras de raízes, cepa, rama e folhas por planta, cujas médias foram utilizadas para o cálculo da produtividade em t ha<sup>-1</sup>. A MS foi determinada em subamostras do material fresco, sendo retirados 0,5 kg de raízes, 0,5 kg de cepa, 0,3 kg de lâmina foliar e 0,5 kg de rama, que foram secas em estufa a 65°C, por 72 horas, e em seguida pesadas em balança de precisão e os resultados extrapolados para t ha<sup>-1</sup>.

Com os resultados coletados por planta, a partir dos modelos adotados, na correção espacial (entre densidades) e no tempo (entre colheitas), foram

Tabela 1. Cultivares de mandioca, hábitos de ramificação da parte aérea e densidades populacionais

Cultivares	Hábito de ramificação	Densidades populacionais (Plantas ha <sup>-1</sup> )			
'BSC'	Baixa e aberta	5.000	13.000	21.000	29.000
'IAC 13'	Fechada e alta	7.000	15.000	23.000	31.000
'IAC 14-18'	Fechada e baixa	9.000	17.000	25.000	33.000
'Fibra'	Ausente	11.000	19.000	27.000	35.000

utilizadas para o cálculo das variáveis em toneladas por hectare ( $\text{ha}^{-1}$ ), multiplicando-se os resultados obtidos por planta, pelo número de plantas por ha em cada densidade avaliada. O software utilizado foi o R for Windows versão 2.9.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014), pacote ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Português).

## Resultados e Discussão

Para a produção de massa fresca (MF) em toneladas por hectare, foram observados efeitos significativos e independentes dos tratamentos densidade de plantio e época de colheita para 'BSC', 'IAC 13', 'IAC 14-18' e 'Fibra'. Em todas cultivares estudadas, houve comportamento similar em relação à produção de massa seca (MS). A variável MS sofreu efeito significativo dos fatores espaçamentos e épocas de colheita.

Com relação a não significância entre a interação dos fatores, estes resultados diferem daqueles obtidos por Aguiar et al. (2011), que verificaram efeito significativo para densidade de plantas e épocas de colheita de mandioca de mesa, 'IAC 576-70', na variável resposta produção de raízes comerciais por hectare. Na análise individual de produção total de MF e MS, para densidade de plantas foi ajustada ao modelo exponencial, em função da representatividade do fenômeno biológico em questão para duas cultivares, 'BSC' e 'IAC 13'.

Para 'IAC 13', a produção de MF caiu de 58,56 t  $\text{ha}^{-1}$  para 44,62 t  $\text{ha}^{-1}$  (23,8% de redução) e MS a redução correspondeu 19,9%, passando de 23,83 t  $\text{ha}^{-1}$  para 19,08 t  $\text{ha}^{-1}$  nas densidades 31.000 a 7.000 pl  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente. O modelo ajustado para 'IAC 14-18' foi linear decrescente, onde é possível verificar um decréscimo médio de 0,3407 t  $\text{ha}^{-1}$  para MF e 0,1813 t  $\text{ha}^{-1}$  à MS, para cada 1000 plantas acrescida na população por hectare (Figura 1).

Para as três cultivares que ramificam, devido a maior área ocupada individualmente por planta, ocorre competição pelos fatores de produção presentes no ambiente, ocasionando redução na produção de biomassa, o que está de acordo com trabalhos de Aguiar et al. (2011) e Cock et al. (1979) que observaram decréscimo na produção de raízes tuberosas e acréscimo na produção de parte aérea

quando há restrições de luminosidade. Para as cultivares que ramificam os resultados de decréscimo na produção de massa, corroboram os resultados de Irolivea et al. (1998) que ao estudarem o comportamento vegetativo e produtivo de três cultivares de mandioca em relação à arquitetura da parte aérea e diferentes espaçamentos, verificaram que cultivares com ramificações abundantes e menores espaçamentos, interferem na produção final de raízes. Desta forma para as cultivares 'BSC', 'IAC 13' e 'IAC 14-18', as melhores densidades são as menores, ou seja, melhores rendimentos são obtidos quando se promove aumento na distância entre as plantas. Isto está relacionado à abertura de ramificação destas cultivares que por sua vez, apresentam-se bem engalhadas.

Contudo, observa-se a influência dos diferentes números de plantas por área e as cultivares que ramificam. Há desta forma, efeito direto dos maiores espaçamentos sobre o aumento da distância entre o centro da planta e as ramificações, indicando que, em condições de espaçamentos que permitam maiores crescimentos laterais, a tendência dos cultivares que ramificam é de tornarem-se mais engalhadas.

Cultivares que ramificam diminuem a produção de sua massa. A variação desta redução pode ser consequência do ajuste da arquitetura das ramificações, sendo que a 'BSC' possui alta plasticidade e ajusta o ângulo de ramificação para melhorar a interceptação a luz. Em contrapartida, a 'IAC 13' apresenta uma menor plasticidade fenotípica, enquanto que 'IAC 14-18' praticamente não altera seu ângulo de ramificação, o que se comprova com os ajustes espaciais (Figura 1). Estas afirmações aqui mencionadas são corroboradas por vários resultados de pesquisas disponíveis na literatura (Bueno, 1987; Nóbrega et al., 1993; Rojas et al., 2007; Alcorn et al., 2007).

Diferentemente das cultivares que ramificam, os resultados médios de produção de biomassa para cultivar Fibra, ajustaram-se ao modelo linear crescente (Figura 1). Este resultado, segundo Lima et al. (2002) é devido ao fato desta cultivar não ramificar, o que faz com que cada planta ocupe uma área menor de terreno, possibilitando aumento na densidade de plantas sem que haja interferências negativas entre plantas vizinhas na mesma linha de plantio.

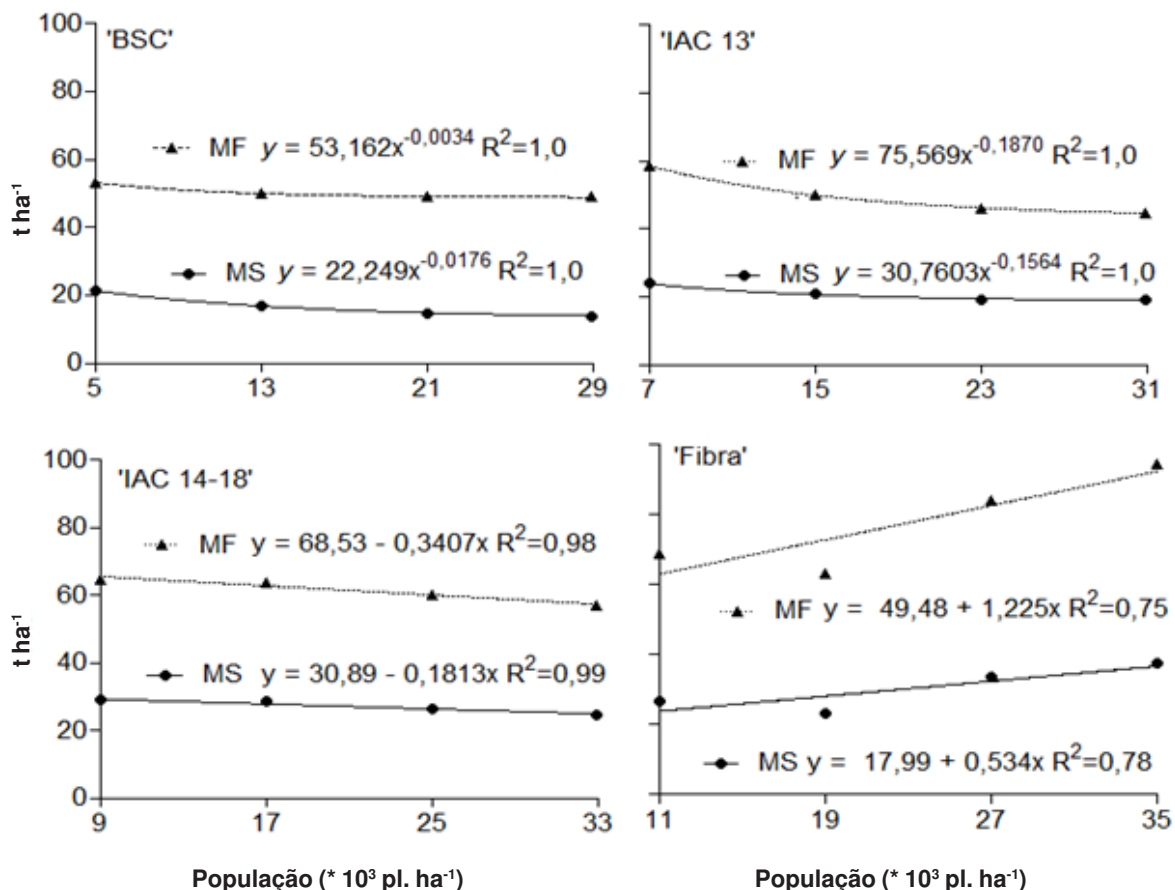


Figura 1. Produção total de massa fresca (MF) e massa seca (MS) em toneladas por hectare de cultivares de mandioca de arquitetura de dosséis contrastantes em função de suas respectivas densidades de plantio (população \*1000 pl ha<sup>-1</sup>), independente da época de colheita.

Desta forma, para 'Fibra' houve aumento do rendimento biológico com o aumento das populações, que neste caso em específico corresponde a 35.000 pl ha<sup>-1</sup>, com uma produção estimada de 36,69 t ha<sup>-1</sup> e 92,36 t ha<sup>-1</sup> de MS e MF, respectivamente. Tais resultados indicam que, possivelmente, as melhores respostas no rendimento de raízes tuberosas para esta cultivar sejam conseguidas com menores espaçamentos.

Do mesmo modo da densidade populacional, foi observado respostas para época de colheita independentemente do número de plantas para todas cultivares. Os dados de produção de MF e MS ajustaram-se bem aos modelos de regressão cúbica, com exceção para 'IAC 14-18' que melhor ajustou-se ao modelo quadrático para MF, enquanto que o modelo que melhor explica o comportamento de produção de MF para 'Fibra' foi linear, diferindo das

sugestões propostas de Aguiar et al. (2011) para ajustes cúbicos em decorrer do tempo de colheita para máxima produção de MF de raízes de mandioca. Os coeficientes de determinação e as equações utilizadas para os ajustes dos modelos estão apresentados na Tabela 2.

Embora a colheita de mandioca possa ser efetuada a partir do oitavo até o vigésimo quarto mês após o plantio, com variações na produtividade das raízes e do percentual de amido. Sob o ponto de vista industrial, as produções mais convenientes têm sido aquelas provenientes de culturas com dois ciclos vegetativos, isto é, com 480 a 720 DAP meses (Takahashi et al., 1998; Mendonça et al., 2003). Esta variação no período de colheita de mandioca se deve segundo Alves (2006), a condições de altas latitudes e altitudes, sendo que as taxas máximas de acumulação de matéria seca nas raízes tuberosas ocorrem entre quatro a seis meses,

Tabela 2. Modelos matemáticos e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para produção total de MF e MS ( $t\ ha^{-1}$ ) de cultivares de mandioca de parte aéreas contrastantes em função da época de colheita

Cultivares		Modelos matemáticos*	$R^2$
'BSC'	MF	$y = -16,55 + 17,70x - 1,16x^2 + 0,025x^3$	0,90
	MS	$y = -29,22 + 12,05x - 0,73x^2 + 0,014x^3$	0,82
'IAC 13'	MF	$y = 0,28 + 12,06x - 0,76x^2 + 0,018x^3$	0,95
	MS	$y = -27,40 + 11,48x - 0,78x^2 + 0,017x^3$	0,94
'IAC 14-18'	MF	$y = 5,53 + 7,62x - 0,183x^2$	0,98
	MS	$y = -27,64 + 10,66x - 0,61x^2 + 0,011x^3$	0,97
'Fibra'	MF	$y = 32,53 + 3,17x$	0,90
	MS	$y = -20,22 + 9,18x - 0,57x^2 + 0,0125x^3$	0,93

\*Significativo ( $p < 0,01$ )

enquanto que em regiões tropicais, sucede-se entre três a cinco meses após plantio.

A época de colheita crítica para 'BSC' na máxima produção de MF estimado foi aos 720 DAP com produção de  $92,49\ t\ ha^{-1}$ . Entretanto, o máximo de produção de MS foi verificado aos 660 DAP, com produção de  $34,03\ t\ ha^{-1}$  (Figura 2). Na última colheita, 720 DAP, foi 'IAC 13' que apresentou, em média, maior rendimento ( $92,12\ t\ ha^{-1}$ ) de MF e ( $44,86$

$t\ ha^{-1}$ ) de MS. Assim, isto pode ser atribuído ao maior ciclo deste material. Esses resultados estão de acordo aos de Fukuda e Borges (1990), os quais verificaram acréscimos nessas variáveis quando a colheita foi realizada mais tardia.

Para 'IAC 14-18' a resposta máxima na produção de MF foi verificada aos 600 DAP produzindo  $84,61\ t\ ha^{-1}$ . Enquanto que a produção de MS ocorreu aos 720 DAP com  $41,20\ t\ ha^{-1}$ . De forma distinta as demais cultivares, 'Fibra' apresentou comportamento linear em função do tempo para produção de MF. Apenas no acúmulo de MS foi verificado

o ponto de flexão aos 720 DAP com acúmulo total de  $48,11\ t\ ha^{-1}$  (Figura 2).

Os resultados obtidos neste estudo, embora tenham sido verificadas algumas distinções entre as cultivares em função da época de colheita, espera-se que a época mais indicada para colher mandioca, seja na época em que as plantas se encontram em período de repouso, condição em que ocorre maior acúmulo de amido (Gray, 2000).

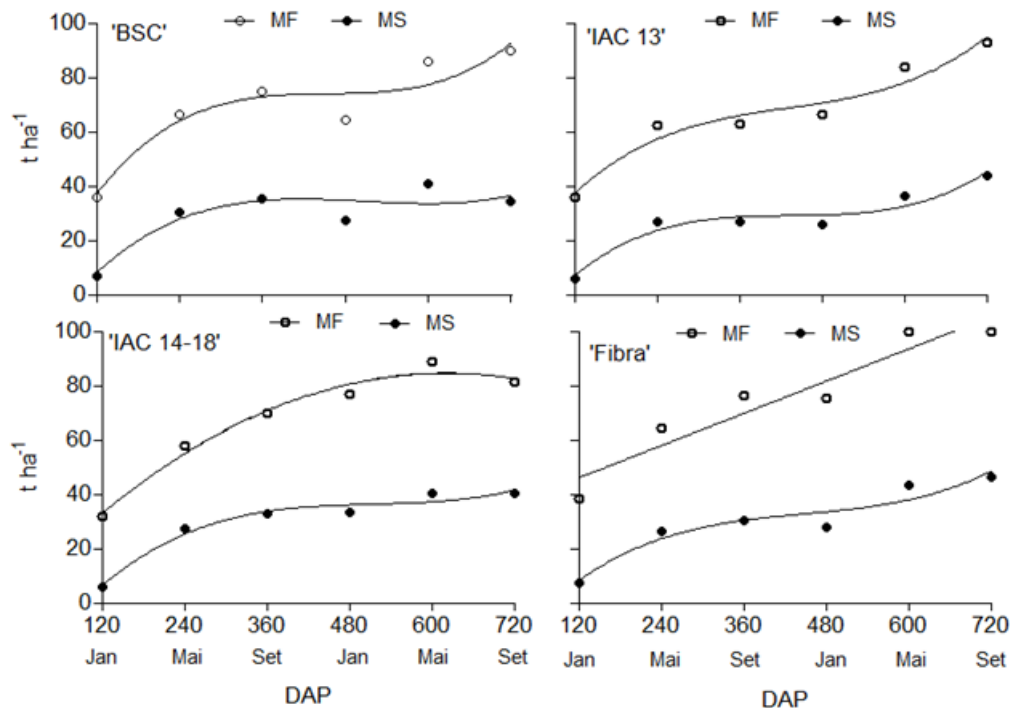


Figura 2. Produção total de massa fresca (MF) e massa seca (MS) em toneladas por hectare de cultivares de mandioca de dosséis contrastantes em função da época de colheita (DAP) em dias, independente da densidade de plantio.



Nas regiões onde ocorrem precipitações pluviométricas durante todo o ano, a melhor época de colheita, considerando o estágio fisiológico, é no período em que as plantas apresentam desfolha total ou parcial, antes que se iniciem as novas brotações. Entretanto, é normal que ocorra variações em relação ao período ideal de colheita, em função, seja do ciclo das cultivares plantadas ou das condições climáticas. Como foi verificado nos trabalhos de Borges et al. (2002) que analisaram 26 acessos de plantas de mandioca, verificaram materiais com altos teores de amido e matéria seca aos 10 meses, enquanto que a produção máxima de massa fresca ocorreu aos 12 meses após o plantio. Da mesma forma Souza e Faruda (1989) ao avaliarem o comportamento de doze cultivares de mandioca, plantadas no início e final das chuvas e colhidas aos 12 e 18 meses no estado do Mato Grosso, observaram maior produtividade de raízes em plantios efetuados no início das chuvas e colhidos aos 18 meses, para todas as cultivares estudadas.

A interação densidade de plantas e época de colheita foi significativa pelo teste F ( $p < 0,01$ ) em relação à produção total de MF, apenas para 'Fibra' (Figura 3). Com os resultados apresentados através de superfície resposta da interação, é possível visualizar o aumento

de produção de MF em decorrência do maior número de plantas por área. Ao analisar a interação com o fator época de colheita, observa-se que o maior valor foi obtido aos 720 DAP, quando do aumento do máximo da densidade populacional, 35.000 pl ha<sup>-1</sup> (Figura 3). Isso se justifica pelo fato desta, tolerar maiores quantidades de plantas por área em função de sua arquitetura vegetativa. Resultados obtidos por Takahashi et al. (1998), com esta mesma cultivar, corroboram com o presente resultado, considerando que este material pode suportar populações de até 50.000 pl ha<sup>-1</sup> em solos de baixa fertilidade, isto por possuir raízes curtas e parte aérea reta e não muito vigorosa.

## Conclusões

Cultivares com partes aéreas ramificadas, como 'BSC', 'IAC 13' e 'IAC 14-18' apresentaram maiores produções de biomassa em menores densidades de plantas. 'Fibra', que não ramifica, produziu mais biomassa quando a população de plantas foi aumentada. Todas cultivares apresentaram o máximo de produção de biomassa entre os 600 e 720 DAP.

## Agradecimentos

À Fundação Araucária pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor.

## Literatura Citada

- AGUIAR, E. B. et al. 2011. Efeito da densidade populacional e época de colheita na produção de raízes de mandioca de mesa. *Bragantia* (Brasil)70 (3):561-569.
- ALCORN, P. J. et al. 2007. Effects of initial planting density on branch development in 4-year-old plantation grown *Eucalyptus pilularis* and *Eucalyptus cloenziana* trees. *Forest Ecology and Management* 252(1):41-51.
- ALVES, A. A. C. 2006. Fisiologia da mandioca. In: Souza, L. S. Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca. 1 ed. Cruz das Almas, BA, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. pp.138-169.

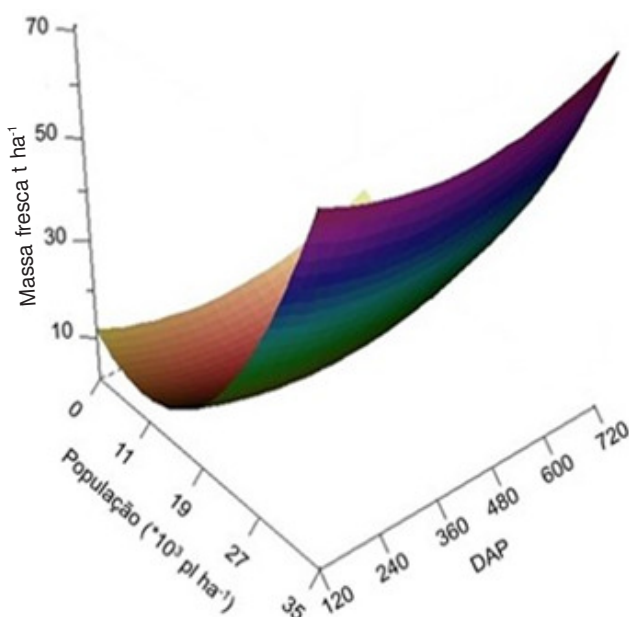


Figura 3. Superfície de resposta para produção total de massa fresca (t ha<sup>-1</sup>) de mandioca 'Fibra' em função da população (pl ha<sup>-1</sup>) e época de colheita em dia (DAP).

- BENESI, I. R. M. et al. 2008. The effect of genotype, location and season on cassava starch extraction. *Euphytica* 160(1):59-74.
- BORGES, M. DE F.; FUKUDA, W. M.; ROSSETI, A. G. 2002. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37(11):1559-1565.
- BUENO, A. 1987. Modificações morfológicas na parte aérea da mandioca causadas pela variação na densidade de plantio. *Revista Brasileira de Mandioca* 6(1):55-70.
- COCK, J. H. et al. 1979. The ideal cassava plant for maximum yield. *Crop Science* 19(2):271-279.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 353p.
- FUKUDA, W. M. G.; BORGES, M. de F. 1990. Influência da idade de colheita sobre a qualidade de raízes em diferentes cultivares de mandioca de mesa. *Revista Brasileira de Mandioca* 9(1/2):7-19.
- FUKUDA, W. M. G. et al. 2006. Variedades de mandioca recomendadas para o Estados da Bahia. *Revista Bahia Agrícola* 7(3):27-30.
- GRAY, V. M. A. 2000. Comparasion of two approaches for modelling cassava (*Manihot esculenta* Crantz) crop growth. *Annals of Botany* 85(1):77-90.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2018. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, RJ. 86p.
- IROLIVEA, E. A. M. et al. 1998. Efeito do espaçamento entre plantas e da arquitetura varietal no comportamento vegetativo e produtivo da mandioca. *Scientia Agricola* 55(2):269-275.
- LAHAI, M. T.; EKANAYAKE, I. J.; KROMA, J. P. C. 2013. Influence of canopy structure on yield of cassava cultivars at various toposequences of an inland valley agro ecosystem. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development* 5 (3):36-47.
- LIMA, L. C. L. et al. 2002. Valor nutritivo da parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em função da densidade e altura da planta. *Magistra (Brasil)* 14 (2):89-96.
- MENDONÇA, H. A. de; MOURA, G. de M.; CUNHA, E. T. 2003. Avaliação de genótipos de mandioca em diferentes épocas de colheita no Estado do Acre. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38(6): 761-769.
- NÓBREGA, B. N. da et al. 1993. Influencia do arranjo espacial de plantio e da época de remoção da gema apical em algodoeiro herbáceo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 28(12):1379-1384.
- OLIVEIRA, N. et al. 2017. Effect of Harvest Time and Nitrogen Doses on Cassava Root Yield and Quality. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 41 (1):150-204.
- OLIVEIRA, E. J. et al. 2014. Genetic parameters and prediction of genotypic values for root quality traits in cassava using REML/BLUP. *Genetics and Molecular Research* 13(1):6683-6700.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2014. R Foundation for Statistical Computing. Vienna: Austria.
- ROJAS, R. et al. 2007. Efecto de la densidad de plantación sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de la yuca *Manihot esculenta* Crantz, bajo las condiciones agroecológicas de la Altiplanicie de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía* 24(1):94-112.
- SCHONS, A. et al. 2007. Emissão de folhas e início de acumulação de amido em raízes de uma variedade de mandioca em função da época de plantio. *Ciência Rural (Brasil)* 36 (6):1586-1592.
- SOUZA, L. D.; FUKUDA, W. M. G. 1989. Avaliação de variedades de mandioca no Município de SINOP-MT em diferentes épocas de plantio e idades de colheita. *Revista Brasileira de Mandioca* 8(2):61-70.
- STRECK, N. A. et al. 2014. Effect of plant spacing on growth, development and yield of cassava in subtropical environment. *Bragantia (Brasil)* 73 (4): 407-415.
- TAKAHASHI, M.; GUERINI, V. L. 1998. Espaçamento para a cultura da mandioca. *Revista Brazilian Archives of Biology and Technology* 41(4):489-494.
- ZISKA, L. H. et al. 2009. An evaluation of cassava, sweet potato and field corn as potential carbohydrate sources for bioethanol production in Alabama and Maryland. *Biomass and Bioenergy*, 33(11):1503-1508.

## NUTRIÇÃO DE HELICÔNIA EM FUNÇÃO DE DOSES DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NO SOLO

*Luciano Ramos de Lima<sup>1</sup>, César Oswaldo Arévalo-Hernández<sup>1</sup>, Arlicélio Queiroz Paiva<sup>2</sup>, José Olímpio Souza Júnior<sup>2</sup>, Eduardo Gross<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz/Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, Ilhéus, Bahia, Brasil 45.662-900. lfloresefrutos@yahoo.com.br; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz/ Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais.

Com o objetivo de avaliar o efeito do uso de resíduos agroindustriais como fonte de nutrientes para nutrição de helicônia var. Golden Torch, conduziu-se experimento em casa de vegetação no campus da UESC, Ilhéus-BA. O experimento constituiu de um fatorial completo 5 x 5: cinco resíduos agroindustriais potenciais fontes de K e cinco doses destes calculadas para fornecer até 200 mg dm<sup>-3</sup> de K total; disposto em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. Os resíduos utilizados foram CZ = cinza da queima do tegumento de amêndoas de cacau, CL = composto cinza da queima do tegumento de amêndoas de cacau + lodo da estação de resíduo da própria fábrica + tegumento da amêndoa de cacau, CO = composto de ovinos e um resíduo de pupunha, com fósforo localizado (RP<sub>p20</sub>) e outro distribuído por todo o vaso (RP<sub>p100</sub>). Avaliaram-se os teores de nutrientes no solo e no limbo foliar. O CZ foi o resíduo que mais aumentou a disponibilidade de nutrientes no solo. O composto CL mostrou maiores teores de potássio no limbo foliar indicando ser, junto com CZ, uma boa fonte de potássio para as helicônias.

**Palavras-chave:** flores tropicais, nutrição de flores tropicais.

**Nutrition of heliconia in the function of doses of agroindustrial waste in the soil.** In order to evaluate the effect of the use of agro-industrial waste as a source of nutrients for soil and in heliconia var. Golden Torch nutrition, an experiment in a greenhouse on the campus of UESC, Ilhéus-BA was conducted. The trial consisted of a full factorial 5 x 5: Five potential K sources of agro-industrial waste at five doses calculated to provide up to 200 mg dm<sup>-3</sup> total K; arranged in a randomized block design, with five repetitions. The residues used were CZ = ash husk burning of cocoa beans, CL = compound husk ash of burning cocoa beans + sludge from the own factory waste station + husk of cocoa beans, CO = composed of sheep and pejibaye residue, with surface localized phosphorus (RP<sub>p20</sub>) and another distributed throughout the vessel (RP<sub>p100</sub>). Nutrient content in the soil and the leaf blade were evaluated. The CZ was the residue that increased the availability of nutrients in the soil. The CL compound resulted in higher levels of potassium in leaf blade indicating that, along with CZ, is a good source of potassium for Heliconia.

**Key word:** tropical flowers, tropical flowers nutrition.

## Introdução

A produção de flores no Brasil está voltada para o mercado interno, mas as exportações de flores tropicais vêm crescendo para diferentes mercados, principalmente para os países de regiões temperadas (Junqueira e Peetz, 2008; Alencar e Galera, 2016), onde as flores são muito apreciadas. A maior produção de flores tropicais no Brasil encontra-se no Nordeste, principalmente em Pernambuco, Bahia, Ceará e Alagoas (Ribeiro et al., 2012; Muraro et al., 2016). Dentre elas, destacam-se as helicônias pela sua exótica beleza, diversidade de cores, formas e tamanhos, sendo também utilizadas tanto como flores de jardim quanto de corte (Castro et al., 2007). No Brasil existem 37 espécies de helicônias de ocorrência natural (Ribeiro et al., 2012).

A fertilidade do solo e a nutrição de plantas influem principalmente em aspectos sanitários, de vigor e de qualidade das plantas, sendo importante um equilíbrio nutricional. As helicônias são plantas exigentes em N, P, K, Mg, Fe, Mn e matéria orgânica; entretanto, as pesquisas ainda são escassas na área de fertilidade do solo e nutrição de helicônias, sendo que a adubação é um dos fatores que mais influenciam na produção das culturas, bem como na qualidade e na resistência a doenças (Ferreira et al., 2003; Castro et al., 2007; Cerqueira et al., 2008; Albuquerque et al., 2010).

A produção mais mecanizada, principalmente na indústria alimentar, conduz a grandes quantidades de resíduos orgânicos. A atividade agroindustrial da região Sul da Bahia produz quantidade considerável de resíduos orgânicos que têm potencial para serem utilizados como fertilizantes, contribuindo para o aumento da disponibilidade de nutrientes no solo (Franco et al., 2010). Considerando-se o potencial de utilização de resíduos e os requerimentos das helicônias, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de resíduos agroindustriais no solo para a nutrição de *Heliconia* cv. Golden Torch.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no campus da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) em Ilhéus, BA, no período de 05/07/2012 a 18/12/2012.

O solo utilizado no experimento foi proveniente do horizonte B de um Latossolo Amarelo Distrocoeso (Santos et al., 2013).

Foram utilizados quatro tipos de resíduos: cinza oriunda da queima do tegumento de amêndoas de cacau (CZ), composto da mistura de cinza oriunda da queima do tegumento de amêndoas de cacau + lodo da estação de tratamento da própria fábrica + tegumento de amêndoas de cacau (CL), composto de ovinos (CO) e resíduo do beneficiamento de pupunha, sendo que neste tratamento o fertilizante fosfatado foi adicionado nos 20 % do volume superior do solo ( $RP_{P20}$ ). Adotou-se um quinto tratamento com utilização de resíduo de pupunha, porém com o P aplicado em 100 % do volume do solo ( $RP_{P100}$ ). Para a definição das doses, os resíduos foram analisados quimicamente (Tabela 1), sendo que o K total foi adotado como nutriente referência, servindo como base para definir a quantidade de cada composto utilizado no experimento. Adotou-se cinco doses dos resíduos (0, 25, 50, 75 e 100 %), sendo 100% a dose máxima ( $200 \text{ mg dm}^{-3}$ ) de K total. Para as doses de 100 % utilizaram-se doses equivalentes a 10,2; 6,3; 24,5; 78,3 e 78,3 t  $\text{ha}^{-1}$  para CZ, CL, CO,  $RP_{P20}$  e  $RP_{P100}$  respectivamente.

O experimento constituiu-se de um fatorial completo 5 x 5, totalizando 25 tratamentos, dispostos em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. Foram utilizadas mudas de *Heliconia* var. Golden Torch, resultante do cruzamento de *H. psittacorum* L. x *H. spathocircinata* Aristeguita, coletadas na Fazenda São Bento (S 14°54'43,03' e W 39°07'59,33'), município de Ilhéus, BA.

Inicialmente as mudas (rizomas contendo segmento do pseudocaulo com altura de aproximadamente 15 cm) foram cultivadas por 60 dias em sacos de polipropileno contendo 1,5  $\text{dm}^3$  de substrato composto por areia e pó de serra na proporção de 2:1, em volume. Findo este período, cada muda foi transplantada para vaso plásticos não drenados, contendo 9  $\text{dm}^3$  de solo mais os tratamentos (resíduos e doses dos mesmos).

Antes do transplântio das mudas, o solo foi corrigido visando elevar a saturação por bases a 60 % e adubado com P, N, B, Cu, Mn, Mo e Zn, nas doses de, em  $\text{mg dm}^{-3}$ : 75; 35; 0,2; 1,0; 5,0; 0,1 e 4,0, respectivamente. Os fertilizantes utilizados foram: fosfato monoamônico (MAP), ácido bórico, sulfatos de cobre e de zinco,



Tabela 1. Teores de nutrientes solúveis, disponíveis e totais dos resíduos agroindustriais provenientes da região de Ilhéus, BA

Resíduo	MO	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Cu	Mn	Zn
<b>Teor solúvel<sup>(1)</sup></b>													
----- mg L <sup>-1</sup> -----													
CZ	-	10,9	118	26,1	6276	20,3	8,5	273	0,2	4,0	0,0	0,0	<0,1
CL	-	10,0	206	99,5	14184	70,1	103,4	634	36,8	16,4	7,9	0,7	1,3
CO	-	9,5	117	32,1	724	10,6	10,3	105	1,0	0,9	0,1	0,0	0,1
RP	-	7,9	45	14,0	125	10,6	5,3	37	2,1	0,1	0,05	0,1	0,1
<b>Teor disponível<sup>(2)</sup></b>													
mg dm <sup>-3</sup> ---- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- mg dm <sup>-1</sup> -----													
CZ	-	10,3	-	1080	13,2	3,0	45,0	544	4,0	5,7	13,3	10,2	21,2
CL	-	10,4	-	1464	13,2	94,0	30,0	1038	135,0	0	17,9	28,7	9,7
CO	-	9,3	-	1432	13,2	75,0	56,0	306	30,0	0	2,1	8,9	15,2
RP	-	7,3	-	588	13,2	<1,0	44,0	90	78,0	0	2,4	40,6	14,5
<b>Teor total<sup>(3)</sup></b>													
g kg <sup>-1</sup> ----- g kg <sup>-1</sup> ----- mg kg <sup>-1</sup> -----													
CZ	31	11,0	3,4	44,9	35,5	68,5	67,5	1,1	11,3	265	447	1316	403
CL	317	9,8	74,5	22,6	57,0	38,0	26,1	3,5	8,1	192	162	498	173
CO	221	9,4	49,8	4,8	13,6	21,2	8,9	2,2	4,5	25	24	136	79
RP	689	5,9	38,2	4,2	4,6	11,5	2,6	4,4	7,2	4,0	34	217	165

<sup>(1)</sup>Teor solúvel: extrato de H<sub>2</sub>O 1:1,5 v/v; N = NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Sonneveld et al., 1974); pH (H<sub>2</sub>O). <sup>(2)</sup>Teor disponível: P, K, Ca e Mg (Resina); B (água quente); Cu, Fe, Mn e Zn (DTPA); Al (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); pH (CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>); MO Walkley-Black (Teixeira et al., 2017). <sup>(3)</sup>Teor total: P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Zn: Extração nítrico-perclórico e determinação: ICP-OES, N- Kjeldahl, MO (matéria orgânica): Walkley-Black; pH (SMP) (Teixeira et al., 2017).

cloreto de manganês e molibdato de amônio, sendo todos aplicados via solução em todo o volume do solo, exceto o MAP que foi aplicado sólido em 20 % do volume do vaso (CZ, CL, CO e RP<sub>P20</sub>) ou 100 % (RP<sub>P100</sub>). A cada 15 dias fez-se uma adubação nitrogenada, usando 0,5 g de N por vaso, na forma de uréia. A partir da terceira aplicação foi utilizado 1,0 g de N por vaso. As irrigações foram feitas a cada dois dias, com água de chuva, buscando-se elevar o teor de água do solo a 80% da capacidade de campo, com base na umidade gravimétrica e de acordo com a curva característica de água do solo (0,19 kg/kg).

Ao término do experimento (167 dias após o plantio), os limbos foliares das plantas foram colhidos, secos em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 48 h, depois triturados em moinho de facas e subamostras de 0,20 g foram submetidas à digestão com 4 mL de ácido nítrico e 3 mL de peróxido de hidrogênio. No extrato foram dosados os teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES) (Miyazawa et al., 2009).

Fez-se análise estatística de variância, sendo as doses submetidas à análise de regressão, com os coeficientes testados até 5 % de probabilidade de erro, pelo teste F. Para as análises estatísticas e elaboração dos gráficos utilizou-se o programa estatístico R (R Development Core Team, 2014).

## Resultados e Discussão

A adição de CZ proporcionou maior incremento de P no solo, observou-se uma resposta quadrática, certamente, por ter sido o resíduo que mais aumentou a disponibilidade de P no solo (Tabela 2 e Figura 1a). Uddin, Kashem e Osman, 2012, trabalhando com três diferentes tipos de composto (aves, ovino e de lixo urbano) em milho e Cellier et al., (2014), utilizando um composto comercial em *Brachypodium retusum*, observaram valores significativamente superiores de P nas plantas nos tratamentos aplicados com resíduos em relação aos tratamentos que não utilizaram os resíduos. No entanto, Gasparatos et al. (2011), em experimento que comparou o manejo convencional com

Tabela 2. Equações de regressão de atributos químicos do solo em função do resíduo agroindustriais e de suas doses aplicadas ao solo para produção de helicônia

Atributo		Resíduo				
		CZ	CL	CO	RP <sub>P20</sub>	RP <sub>P100</sub>
pH em CaCl <sub>2</sub>	Eq	4,15+0,024*D*	4,31+0,003*D	4,23+0,006*D	4,21	4,24
	R <sup>2</sup>	0,95	0,25	0,63		
MO (g kg <sup>-1</sup> )	Eq	11,0+0,133*D- 0,0001*D <sup>2</sup>	11,9	8,9+0,20*D-0,001*D <sup>2</sup>	9,9+0,181*D 0,001*D <sup>2</sup>	9,8+0,208*D- 0,001*D <sup>2</sup>
	R <sup>2</sup>	0,67		0,82	0,83	0,80
P (mg dm <sup>-3</sup> )	Eq	-0,94+0,91*D	8,49	7,20	16,53	11,29+0,08*D
	R <sup>2</sup>	0,84				0,58
K (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Eq	0,14+0,008*D	0,25+0,005*D	0,17	0,35	0,15
	R <sup>2</sup>	0,42	0,34			
Al (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Eq	3,37- 0,1217*D+0,001*D <sup>2</sup>	3,41-0,025*D	3,01-0,018*D	4,18	4,85
	R <sup>2</sup>	0,82	0,44	0,30		
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	Eq	0,96+0,01*D	1,05	0,93	1,34- 0,019*D+0,0001*D <sup>2</sup>	0,89+0,003*D
	R <sup>2</sup>	0,53			0,74	0,18
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	Eq	4,2+0,09*D	2,94+0,081*D- 0,0005*D <sup>2</sup>	2,76+0,082*D- 0,0003*D <sup>2</sup>	3,00+0,060*D- 0,0004*D <sup>2</sup>	2,81+0,073*D- 0,0006*D <sup>2</sup>
	R <sup>2</sup>	0,82	0,82	0,85	0,53	0,61

\*Eq=Equação, D=Dose, Coeficientes significativos a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

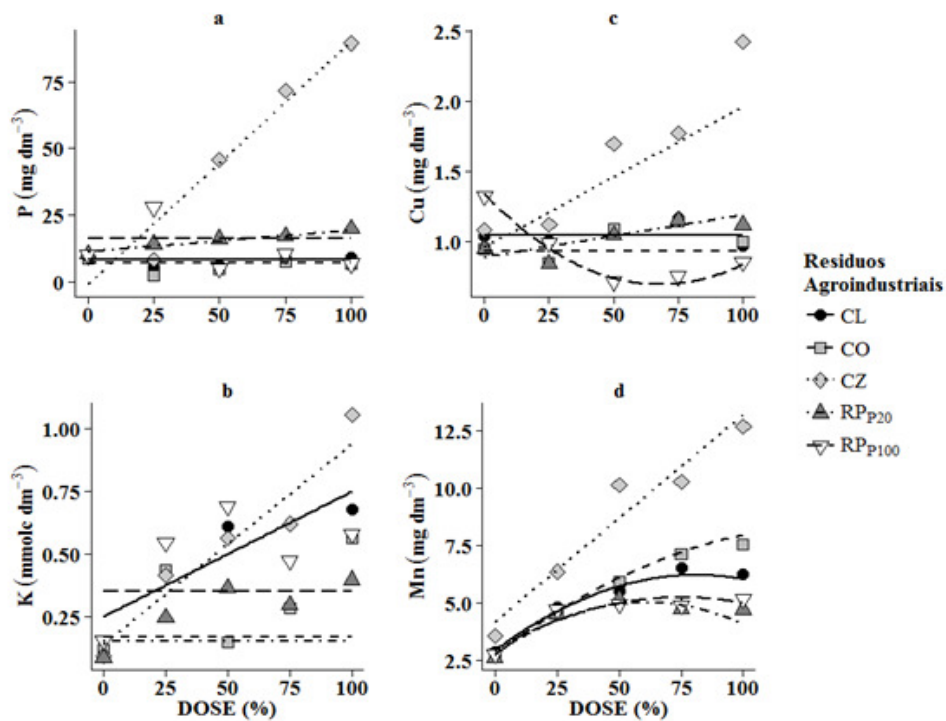


Figura 1. Análise de regressão para P (a), K (b), Cu (c) e Mn (d), 167 dias após a adição de resíduos agroindustriais.

o orgânico em maçã, não encontraram diferenças significativas no teor de P na planta entre esses tratamentos. Apesar disso, os valores reportados no presente trabalho (Figura 1a) foram classificados como baixos (1,5-1,9 g kg<sup>-1</sup>) para helicônia por Atehortua (1998). Isto poderia indicar deficiências nutricionais de P, trazendo como consequência a redução da expansão foliar (Freeden, Rao & Terry, 1989) e do número de folhas (Lynch, Läuchli, & Epstein, 1991) o que pode afetar a formação de flores de qualidade para o mercado, pois apresentam atraso na floração e o número de flores é reduzido (Hawkesford et al., 2012), limitando assim, a produtividade da cultura.

O tratamento CL se destacou em relação aos demais, com relação aos teores de K, Ca e Mg no limbo foliar, promovendo incrementos nos teores médios de K e decréscimo dos Ca e Mg com o aumento das doses (Tabela 3 e Figuras 2 e 3). Observou-se resposta linear no tratamento CO para todos os elementos, com

exceção apenas para Ca. O tratamento CZ apresentou resposta quadrática para todos os elementos. Malik et al., (2013) trabalhando com composto de resíduos biogênicos, cama de aves e esterco de granja em trigo e Roy, Zafar & Kashem (2014), em experimento com dois tipos de esterco (comercial e de aves) em espinafre indiana, encontraram incrementos significativamente superiores nos teores de K na planta com a adição desses resíduos, em comparação com o controle. Malik et al. (2013) reportaram que o melhor resíduo foi o proveniente da cama de aves, aumentando significativamente os teores de K, Ca e Mg nas plantas de trigo. No presente estudo, os decréscimos observados nos teores foliares de Ca e Mg podem ter ocorrido por efeitos de competição devido ao aumento da disponibilidade de K no solo (Tabela 2, Figura 1b), limitando sua absorção, conforme ressaltam Torquato et al. (2011) e Hawkesford et al. (2012); além de possível efeito de diluição em decorrência do incremento de matéria seca.

Tabela 3. Equações de regressão de teores de nutrientes no limbo foliar de helicônia em função do resíduo e de suas doses aplicadas ao solo

Atributo		Resíduo				
		CZ	CL	CO	RP <sub>P20</sub>	RP <sub>P100</sub>
P (g kg <sup>-1</sup> )	Eq*	1,12+0,011*D*- 0,0001*D2	0,99-0,003*D	1,02-0,002*D	0,95	1,25
	R <sup>2</sup> *	0,44	0,36	0,19		
K (g kg <sup>-1</sup> )	Eq	6,56+0,303*D- 0,0024*D2	7,25+0,342*D- 0,0018*D2	8,28+0,046*D	6,55+0,143*D- 0,0009*D2	7,55+0,149*D- 0,0001*D2
	R <sup>2</sup>	0,69 9,77-	0,91 8,66-	0,38	0,58	0,74
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Eq	0,0804*x+0,0007*D2	0,065*D+0,0004*D2	7,49+0,071*D-	8,18	8,53
	R <sup>2</sup>	0,55 5,89-	0,52 6,97-	0,0006*D2 0,43	6,22-	6,35-
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Eq	0,054*D+0,0004*D2	0,127*D+0,0009*D2	5,62-0,013*D	0,087*D+0,0006*D2	0,071*D+0,0005*D2
	R <sup>2</sup>	0,53 6,52-	0,81	0,22	0,57 6,95-	0,66
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Eq	0,033*D+0,0003*D2	6,70-0,016*D	7,01-0,019*D	0,038*D+0,0003*D2	6,78-0,017*D
	R <sup>2</sup>	0,29 418,9-	0,39 535,8-	0,40 505,1-	0,33 519,8-	0,48 509,9-
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Eq	11,00*D+0,094*D2	11,62*D+0,083*D2	8,62*D+0,056*D2	10,11*D+0,083*D2	7,77*D+0,066*D2
	R <sup>2</sup>	0,78	0,81	0,71	0,71	0,51

\*Eq=Equação, D=Dose, Coeficientes significativos a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

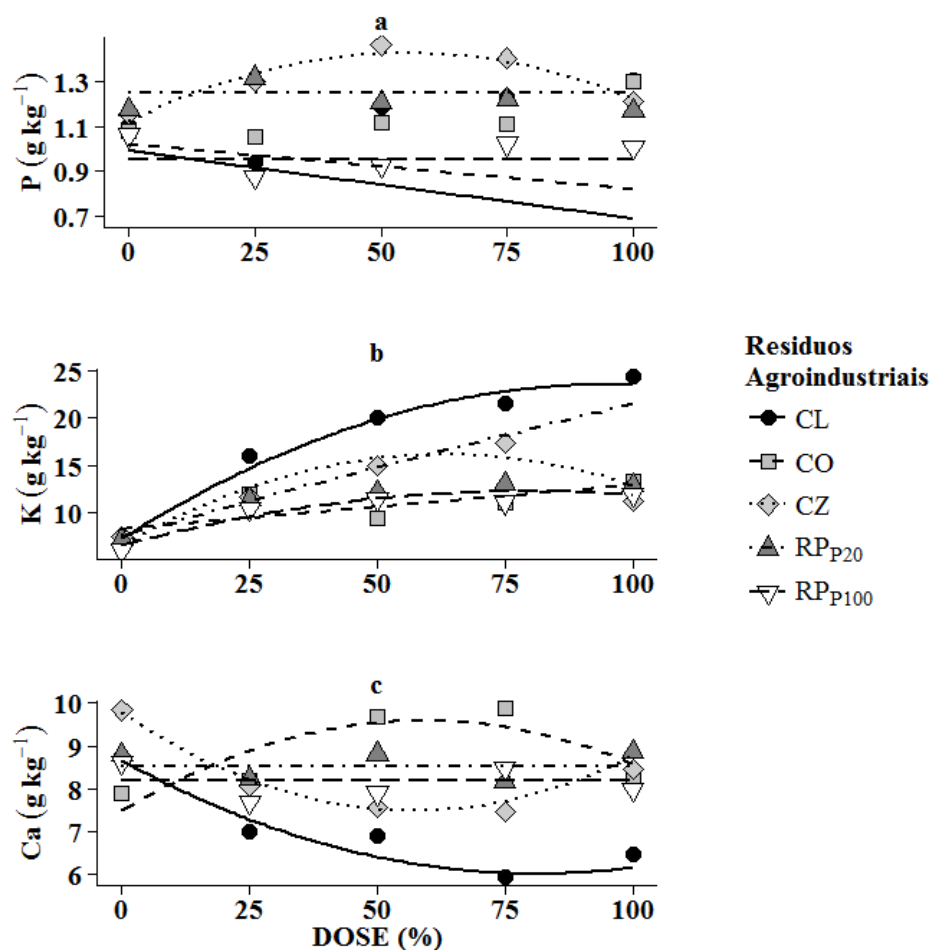


Figura 2. Análise de regressão para P (a), K (b) e Ca (c) no limbo foliar de helicônias, 167 dias depois da aplicação dos resíduos agroindustriais.

Apesar disso, os teores de potássio na folha, ao final do experimento, encontraram-se dentro da faixa considerada como baixa (30-35 g kg<sup>-1</sup>) para a helicônia por Atehortua (1998). Teores ótimos de K no tecido da planta são importantes, pois o K tem um papel importante nas funções energéticas, armazenamento de assimilados, ativação enzimática, relações hídricas da planta, crescimento e qualidade das plantas (Meurer, 2006; Hawkesford et al., 2012), além de aumentar a produtividade e matéria seca (Viana et al., 2007). No entanto, nota-se que o tratamento CO propiciou maiores teores de Ca e Mg nas folhas de helicônia, indicando que o composto CO é uma boa fonte desses nutrientes (Tabela 3, Figura 2c e 3a). Apesar disso, esses valores se encontram dentro da faixa de teores considerada como baixa para helicônia (Atehortua, 1998).

O resíduo CZ propiciou os maiores aumentos na disponibilidade dos macronutrientes P e K no solo

(Figuras 1a e 1b), como também dos micronutrientes Cu e Mn (Figuras 1c e 1d). O aumento das doses de todos os resíduos reduziu os teores foliares dos micronutrientes Cu e Mn (Figuras 3b e 3c), possivelmente devido ao efeito de diluição em consequência da maior produção de matéria seca. Visto que, todos os resíduos aumentaram o teor de Mn disponível no solo (Figura 1d), fato também observado para Cu, quando se utilizou o resíduo CZ (Figura 1c). Apesar da diminuição dos teores foliares de Mn com o incremento das doses dos resíduos, essa redução foi menor para o resíduo RP, independentemente da localização ou não do fósforo no solo (RP<sub>P100</sub> e RP<sub>P20</sub>). Naderi & Bijanzadeh (2014), trabalhando com diferentes fontes de resíduos (compostos, esterco de bovino e ovino) em cârtamo (*Carthamus tinctorius*), observaram que todos os resíduos aumentaram significativamente os teores de



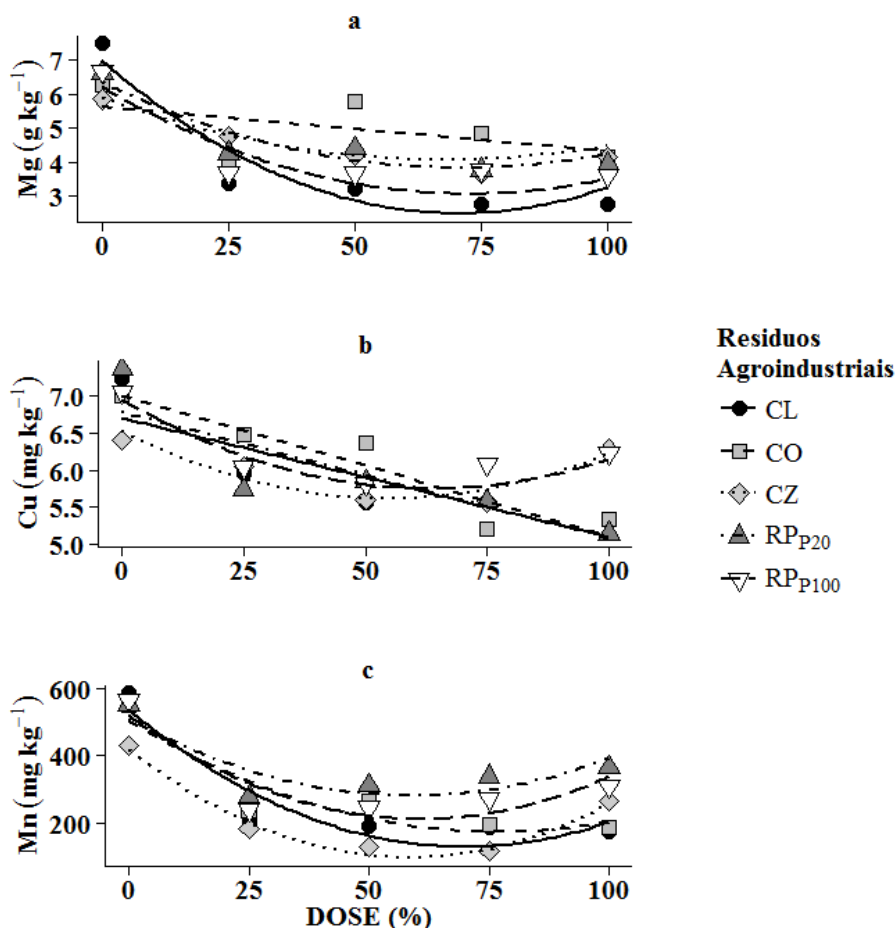


Figura 3. Análise de regressão para Mg (a), Cu (b) e Mn (c) no limbo foliar de helicônias, 167 dias depois da aplicação dos resíduos agroindustriais.

Cu e Mn nas plantas em comparação ao controle, sendo que o composto de lixo urbano propiciou o maior teor, sem provocar toxidez. No entanto, Martínez-Fernández et al. (2014), em experimento utilizando composto de lodo de suíno e fertilizante húmico, observaram que o composto diminuiu significativamente os teores de Cu e Mn em comparação ao controle, porém não existiram diferenças entre o controle e o tratamento com fertilizante húmico. Apesar disso, os teores de Cu e Mn nas folhas aqui observados, para todos os resíduos utilizados, são considerados como de nível alto e médio, respectivamente (Atehortua, 1998). Os menores teores de Ca e Mg presentes no resíduo RP (Tabela 1), indicam que pode ter ocorrido competição com Mn, explicando o maior teor desse nutriente nas folhas de helicônia nos tratamentos aplicados com esse resíduo (RP<sub>p100</sub> e RP<sub>p20</sub>), pois o Mn<sup>+2</sup> tem um raio iônico semelhante ao

Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup> podendo substituir ou competir com esses íons (Pendias & Pendias, 1984; Moreira et al., 2000; Broadley et al., 2012).

## Conclusões

A cinza oriunda da queima do tegumento de amêndoas do cacau foi o resíduo que mais aumentou a disponibilidade de nutrientes no solo.

Os teores foliares de nutrientes variaram em função dos resíduos utilizados e de suas doses. Todos os resíduos incrementaram o teor de K foliar, especialmente a mistura de cinza mais lodo da estação de tratamento da indústria.

Os resíduos agroindustriais avaliados apresentam potencial para serem utilizados em cultivos de flores tropicais.

## Literatura Citada

- ALBURQUERQUE, A. W. et al. 2010. Produção de *Heliconia* Golden Torch influenciada pela adubação mineral e orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 4 (10):1052-1058.
- ALENCAR, B. de; GALERA V. Mercado de flores atinge faturamento esperado para este ano, 2016. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/viewFile/4378/4378>>. Acesso em: 16 mar. 2018.
- ATEHORTUA, L. 1998. Aves del Paraiso, Gingers, Heliconias. Santafé de Bogotá. Colombia. Ediciones Hortitecnia. 66p.
- BROADLEY, M. et al. 2012. Functions of Nutrients: micronutrients. In: Marschner, P. ed. *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. New York, Elsevier. pp.191-248.
- CASTRO, A. C. R. et al. 2007. Hastes florais de helicônia sob deficiência de macronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42 (9):1299-1306.
- CELLIER, A. et al. 2014. Effect of organic amendment on soil fertility and plant nutrition in a post-fire Mediterranean ecosystem. *Plant Soil* 376(1-2):211-228.
- CERQUEIRA, L. L. et al. 2008. Desenvolvimento de *Heliconia psittacorum* e *Gladiolus hortulanus* irrigados com águas residuais tratadas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 12 (6):606-613.
- FERREIRA, L. B.; OLIVEIRA, S. A. 2003. Estudo de doses de NPK variáveis de crescimento e produtividade de inflorescência de *Heliconia* sp. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental* 9(2):121-127.
- FRANCO, H. C. J. et al. 2010. Stalk yield and technological attributes of planted cane as related to nitrogen fertilization. *Scientia Agrícola (Brasil)* 67(5):579-590.
- FREDEEN, A. L.; RAO, I. M.; TERRY, N. 1989. Influence of phosphorus nutrition on growth and carbon partitioning in *Glycine max*. *Plant Physiology* 89:225-230.
- GASPARATOS, D. et al. 2011. Comparative effects of organic and conventional apple orchard management on soil chemical properties and plant mineral content under Mediterranean climate conditions. *Journal of Soil and Plant Nutrition* 11(4):105-117.
- HAWKESFORD, M. et al. 2012. Functions of macronutrients. In: Marschner, P. ed. *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. New York, Elsevier. pp.135-189.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. 2008. Mercado interno para os resíduos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental* 14(1):37-52.
- LYNCH, J.; LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. 1991. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. *Crop Science* 31:380-387.
- MALIK, M. A. et al. 2013. Microbial biomass, nutrition availability and nutrient uptake by wheat in two soils with organic amendments. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 13(4):955-966.
- MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, D. et al. 2014. Comparison of compost and humic fertilizer effects on growth and trace elements accumulation of native plant species in a mine soil phytoremediation experiment. *Ecological Engineering* 73: 588-597.
- MEURER, E. J. 2006. Faltou o Título In: Fernandes, M. S. ed. *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência de Solo. pp.281-298.
- MIYAZAWA, M. et al. 2009. Análise química de tecido vegetal. In Silva, F. C. de. ed. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica. pp.191-234.
- MOREIRA, A. et al. 2000. Efeito da relação cálcio e magnésio do corretivo sobre micronutrientes na alfafa. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35(10):2051-2056.
- MURARO, D. et al. 2016. Market management: the impact on the development of an ornamental plants supply chain in Curitiba, Brazil. *Ciencia e Investigación Agraria* 43(3):453-460.
- NADERI, R.; BIJANZADEH, E. 2014. Organic amendments and nitrogen effects on growth and chemical composition of two cultivars of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Australian Journal of Crop Science* 8(4):577-581.
- PENDIAS, A. K.; PENDIAS, H. 1984. Trace elements in soils and plants. Boca Raton: CRC. 315p.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R. 2014. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- RIBEIRO, W. S.; BARBOSA, J. A.; COSTA, L. C. da. 2012. Helicônias. Brasília, DF, Editora Kiron. 134 p.
- ROY, S.; ZAFAR, M. D. A.; KASHEM, M. D. A. 2014. Nutrient content of Indian Spinach in saline soil as affected by different organic manures. *International Journal of Environmental Sciences* 4(5):694-702.
- SANTOS, H. G. dos et al. 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, DF, EMBRAPA. 353p.
- SONNEVELD C.; ENDE, J.; DUK, P. A. 1974. Analysis of growing media by means of a 1:1,5 volume extract. *Communications in Soil Science and Plant analysis* 5:183-202.
- TEIXEIRA, P. C. et al. 2017. Manual de métodos de análise de soja. 3 ed. Brasília, DF, Embrapa. 574p.
- TORQUATO, J. P. et al. 2011. Teores de Ca, K, Mg, e P na cultura de feijão caupi sob diferentes doses de fósforo. *Agropecuária Técnica* 32(1):79-87.
- UDDIN, M.; KASHEM, A.; OSMAN, K. T. 2012. Effect of Organic and Inorganic Amendments on the Phytoavailability of Phosphorus to Corn (*Zea mays* L.). *Open Journal of Soil Science* 2(1):50-54.
- VIANA, T. V. A. et al. 2007. Produtividade do meloeiro fertirrigado com potássio em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* 25(3):460-463.

## **SOMBREAMENTO NO DESEMPENHO DA ALFACE EM CONDIÇÕES DE ESTIAGEM NO LESTE MARANHENSE**

***Rafael Mendes de Sousa, Diogo Ribeiro de Araujo, Francisca Maria Souza Chaves, Mayara da Silva Mendes, Sabrina da Silva Nascimento, Mariléia Barros Furtado***

CCA, Universidade Estadual do Maranhão, Av. Lourenço Vieira da Silva, n. 1000, Bairro Jardim São Cristovão, 65055-310, São Luís - MA. rafaelmendes\_sousa@hotmail.com

O uso de telas de sombreamento é altamente recomendado durante o período de estiagem no nordeste brasileiro. Objetivou-se com este estudo identificar a influência do sombreamento sobre o desempenho de duas cultivares de alface conduzidas em três ambientes de cultivo nas condições de estiagem no leste maranhense. Os ambientes de cultivo consistiram em: ambiente sem sombrite e ambientes protegidos com sombrite 50% de cores branca e preta. Foram realizadas leituras diárias de temperatura do ar e umidade relativa do ar nos três ambientes de cultivo em quatro horários (8:00, 11:00, 14:00 e 17:00h) e aos 41 dias após o plantio foi realizada a colheita. As menores temperaturas e os maiores valores de umidade relativa do ar foram registrados no ambiente protegido com sombrite cor preta. A cultivar Mônica apresentou os maiores valores de matéria seca da folha, matéria seca do caule e espessura do caule e, portanto, pode ser recomendada para cultivo nas condições estudadas.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L., temperatura do ar, luminosidade

### **Shading in lettuce performance under drought conditions in eastern Maranhão.**

The use of shading screens is highly recommended during the dry season in Northeast Brazil. The objective of this study was to identify the influence of shading on the performance of two lettuce cultivars conducted in three growing environments under drought conditions in eastern Maranhão. The cultivation environments consisted of: ambient outdoor and protected environments with sombrite 50% of colors white and black. Daily readings of air temperature and relative air humidity were performed in the three growing environments at four times (8:00, 11:00, 14:00 and 17:00) and at 41 days after planting the harvest was performed. The lowest temperatures and the highest values of relative air humidity were recorded in the protected environment with black sombrite. The cultivar Monica presented the highest values of dry matter of the leaf, dry matter of the stem and thickness of the stem and, therefore, can be read for the conditions studied.

**Key words:** *Lactuca sativa* L., air temperature, luminosity

## Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta adaptada às condições que proporcionam menor fluxo de energia radiante e temperaturas amenas. Quando se conduz uma cultura em uma variação ótima de luminosidade, com outros fatores favoráveis, a fotossíntese é elevada e há maior produção de matéria seca. Temperaturas elevadas, por sua vez, podem induzir ao pendoamento precoce, influenciando o preço e oferta do produto no mercado (Ricardo et al. 2014).

É muito difícil constatar os efeitos isolados da temperatura e umidade no desempenho das plantas em condições de campo, pois estes fatores climáticos são altamente influenciados por outros determinantes, sobretudo a radiação solar (Santos et al. 2010). A luminosidade excessiva pode limitar o desenvolvimento das plantas com reflexos nas formas de crescimento e de adaptações. O sombreamento artificial é a estratégia que vem sendo utilizada para melhorar a qualidade da incidência de radiação sobre os cultivos (Gazolla Neto et al., 2013).

Por este motivo tem sido muito recomendado o uso das telas de sombreamento de polietileno, popularmente conhecidas como “sombrites”, estas reduzem a passagem da radiação solar para o interior dos abrigos protegidos e, conseqüentemente, podem reduzir a temperatura do ar e aumentar a umidade relativa dentro destes ambientes de cultivo (Rampazzo et al., 2014).

Em regiões tropicais as altas temperaturas e radiação solar podem ser inconvenientes para o cultivo das hortaliças, portanto, é muito comum o uso de simples instalações construídas em madeira e cobertas com sombrite para o cultivo de hortaliças. As telas de sombreamento reduzem a intensidade de energia radiante e melhoram a sua distribuição, permitindo melhor desempenho da cultura (Costa et al., 2011).

Alguns trabalhos apontam as diferentes eficiências na alteração ambiental proporcionadas por telas de sombreamento de diferentes cores (Pinheiro et al., 2012; Scherer et al., 2013). É muito comum o uso da tela de

sombreamento de cor preta, porém no mercado, também podem ser encontradas telas verdes ou brancas. A tela de sombreamento preta tem demonstrado melhor desempenho no nordeste no período de estiagem em virtude de conseguir reduzir a radiação solar e temperatura no interior dos abrigos comparada ao ambiente desprotegido.

Objetivou-se com este estudo avaliar as alterações ambientais proporcionadas por dois ambientes protegidos com tela de sombreamento de cores branca e preta e suas interferências no desempenho de duas cultivares de alface, conduzidas no período de estiagem no Leste Maranhense.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, situado no município de Chapadinha - MA (3° 44' 30''S, 43° 21' 37''W e 105 m de altitude), entre os meses de Julho e Agosto de 2015, em condições de estiagem. O clima da região é classificado como tropical úmido (Selbach; Leite, 2008), apresentando temperatura média anual superior a 27°C, com máximas de 37°C e mínimas de 21°C (Maranhão, 2002).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico e foi manejado de forma convencional com aração e gradagem para a instalação do experimento. Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm para a quantificação de suas características químicas (Tabela 1) e físicas (Tabela 2).

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 (ambientes de cultivo e cultivares de alface), com seis tratamentos e três repetições, totalizando 18

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental

M. O. g dm <sup>3</sup>	pH	P mg dm <sup>3</sup>	K -----	Ca -----	Mg -----	S. B. mmolc dm <sup>3</sup> -----	H + Al	CTC	V %
31,0	4,7	21,0	1,6	17,0	13,0	31,6	37,0	68,6	46,0

Tabela 2. Características físicas do solo da área experimental

Profundidade cm	Areia Grossa -----	Areia Fina -----	Silte %	Argila -----	Silte/argila -----	H <sub>2</sub> O na pasta de saturação
0-20	30	46	8	16	0,5	29,6



unidades experimentais. Sendo os tratamentos os seguintes: alface Simpson cultivada em ambiente coberto com sombrite branco, Simpson cultivada em ambiente com sombrite preto; Simpson cultivada a céu aberto; alface Mônica cultivada em ambiente com sombrite branco; Mônica cultivada em ambiente com sombrite preto e Mônica cultivada a céu aberto.

As cultivares de alface utilizadas pertencem ao grupo crespa e são indicadas para o cultivo nas condições do nordeste brasileiro. A alface Mônica caracteriza-se por apresentar cor verde médio, adequada qualidade comercial e tolerância às temperaturas elevadas e ao acamamento. A cultivar Simpson semente preta apresenta coloração verde clara e também é considerada tolerante às altas temperaturas.

Cada ambiente de cultivo compunha-se de seis canteiros com mesmas dimensões, os quais constituíram as parcelas experimentais. Os canteiros apresentavam 1,00m de largura por 1,20m de comprimento, onde as plantas de alface foram dispostas em quatro fileiras por canteiro com espaçamento de 25 cm entre fileiras e 25 cm entre plantas, com vinte plantas por canteiro, cento e vinte plantas por estufa, totalizando trezentos e sessenta plantas na área experimental.

Os ambientes de cultivo possuíam as seguintes dimensões: 3,0 x 5,6m, com altura de pé direito de 2,0 m, orientação Norte-Sul. As variáveis ambientais foram avaliadas nos três ambientes, as quais se referiram a dados de temperatura do ar e umidade relativa, registrados diariamente em quatro horários (8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h), individualmente em cada ambiente, por termohigrômetro e globo negro instalados na área central de cada ambiente a 0,70 m da superfície do solo, observando-se as recomendações de Beltrão et al. (2002) e Furlan e Folegatti (2002).

As mudas de alface foram produzidas em bandejas de isopor de cento e vinte e oito células, utilizando-se o substrato natural produzido nas proporções de 1:1:1 (solo, esterco de gado curtido e composto orgânico de restos vegetais). O transplante foi realizado no período em que as plantas apresentaram em média quatro folhas definitivas, decorridos vinte dias após a semeadura nas bandejas. As irrigações foram efetuadas manualmente, utilizando a lâmina de 9,2 mm/dia.

A calagem foi realizada aos 60 dias precedentes ao transplante das mudas. As adubações de plantio e

cobertura foram realizadas baseando-se nas informações obtidas com a análise química do solo e seguindo-se as recomendações de Alvares et al. (1999). A adubação orgânica foi realizada mediante a distribuição de torta de mamona curtida sobre os canteiros com posterior incorporação, dez dias antes do transplante das mudas na proporção 14 toneladas ha<sup>-1</sup>.

A colheita foi realizada aos 41 dias após o plantio das mudas, quando as plantas foram retiradas dos canteiros e separadas em folhas e caules, com posterior pesagem de ambas as partes em balança analítica. As folhas foram submetidas à medição indireta do teor de clorofila com o uso de clorofilômetro portátil e foram medidos os diâmetros dos caules com o uso de paquímetro. Em seguida, folhas e caules foram depositados em sacos de papel, identificados e levados à estufa para secagem a 65°C, onde permaneceram por 72 horas.

Os dados obtidos por meio destas avaliações foram submetidos ao Teste de Shapiro Wilks (modificado) para verificar a normalidade e ao teste de Levene para verificar a homocedasticidade. Atendidas essas pressuposições os dados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste Duncan considerando o nível de até 5% de significância. Utilizou-se o software Infostat para a realização das análises estatísticas.

## Resultados e Discussão

As temperaturas mantiveram-se elevadas durante todo o período experimental, o que provavelmente foi suficiente para intensificar a transpiração das plantas e reduzir o seu potencial produtivo. Entretanto o ambiente protegido com sombrite preto conseguiu reduzir significativamente a temperatura, além de alterar a umidade relativa do ar comparado ao ambiente externo (Tabela 3).

Nota-se que apesar da significativa redução da temperatura proporcionada pelo ambiente com tela de sombreamento cor preta, as cultivares apresentaram respostas diferentes entre os ambientes de cultivo. O menor valor de matéria seca da folha apresentado pela cultivar Simpson em sombrite preto pode estar relacionado à baixa adaptação desta cultivar às condições de luminosidade proporcionadas por esta tela de sombreamento, provocando-lhe sinais de

Tabela 3. Variáveis: Temperatura normal (Temp.), temperatura máxima (T. Máx.), temperatura mínima (T. Mín.), umidade (Umid.) e temperatura em globo negro (Globo N.)

Variável	Ambiente			CV (%)
	Céu Aberto	S. Branco	S. Preto	
Temp.	36,8 b	36,6 b	33,6 a	4,4
T. Máx.	47,4 b	46,8 b	39,2 a	12,0
T. Mín.	20,8 a	21,6 a	20,7 a	24,4
Umid.	34,7 a	58,3 b	67,0 c	17,9
Globo N.	36,1 b	34,9 a	34,3 a	5,4

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si, foi aplicado o teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

estiolamento. A cultivar Mônica, por outro lado, parece demonstrar menor propensão ao estiolamento, apresentando resposta positiva ao cultivo em ambiente protegido (Tabela 4). Não foi constatado melhor desempenho das cultivares em condições de temperaturas mais amenas (com sombrite preto), provavelmente pelo fato de que a redução na temperatura não foi significativa para uma resposta positiva das cultivares, uma vez que as mesmas são tolerantes às temperaturas elevadas. No Brasil,

programas de melhoramento foram desenvolvidos com o objetivo de adaptar ao calor os principais grupos de variedades de alface, de modo a realizar plantios no verão e expandir o cultivo para outras regiões. As tradicionais cultivares europeias foram cruzadas com cultivares de lento florescimento prematuro e a seleção foi realizada em plantios de verão (Viana et al., 2013).

Bezerra Neto et al. (2005), avaliando o desempenho de alface em ambientes com diferentes cores de tela em Mossoró, constataram maiores valores de massa fresca da parte aérea de mudas e maior taxa de crescimento em tela de cor branca, resultados semelhantes aos encontrados neste estudo.

Viana et al. (2013) relataram em sua revisão que as folhas que apresentam expansão celular em condições de baixa disponibilidade de energia solar são mais tenras e possuem maior superfície de área foliar do que aquelas que se expandiram sob condições de elevada disponibilidade de radiação solar, o que sugere que os ambientes protegidos podem proporcionar melhores condições para o desenvolvimento das folhas.

Apesar de não ter sido constatada uma diferença marcante para os diâmetros de caules das cultivares dentre os ambientes de cultivo, é possível notar uma

Tabela 4. Variáveis: Matéria Seca da Folha (MSF); Matéria Seca do Caule (MSC); Espessura do Caule (EC); Número de Folhas (NF) e Teor de Clorofila (Clorofila)

Variável	Cultivar	Ambiente (A)			Média geral	CV (%)
		Céu Aberto	S. Branco	S. Preto		
MSF (%)	Simpson	9,90 b	11,53bc	7,80 a	9,74 A	10,48
	Mônica	9,70ab	12,70 c	10,20bc	10,87 B	
	Média	9,8 a	12,12 b	9,60a		
MSC (%)	Simpson	12,07ab	9,83ab	8,83 a	10,24 A	16,47
	Mônica	12,91 b	16,87 c	12,57ab	14, 11 B	
	Média	12,49 ab	13,35 b	10,70 a		
EC (cm)	Simpson	1,03ab	0,97ab	0,87 a	0,96 A	19,35
	Mônica	1,37 b	1,23ab	1,23ab	1,28 B	
	Média	1,20 a	1,10 a	1,05 a		
NF (unid.)	Simpson	21,33 a	21,80 a	21,33 a	20,84 A	16,39
	Mônica	19,60 a	17,00 a	19,40 a	18,67 A	
	Média	20,47 a	19,40 a	20,37 a		
Clorofila (SPAD)	Simpson	24,27ab	34,80 c	24,97ab	28,01, A	15,69
	Mônica	31,30bc	22,37 a	22,55 a	25,41 A	
	Média	27,78 a	28,58 a	23,76 a		

<sup>AB</sup> Médias seguidas de letras iguais nas colunas (maiúsculas) ou nas linhas (minúsculas) não diferem entre si pelo teste Duncan ao nível de 5% de significância.

certa tendência de caules menos espessos nos ambientes protegidos como resultado da menor incidência de radiação solar. Os menores diâmetros de caule observados na cultivar Simpson indicam a sua inferioridade para a condução em ambiente protegido em período de estiagem quando comparada a alface Mônica.

Efeito similar, porém não significativo foi observado na variável matéria seca do caule. Este maior valor médio apresentado pela cultivar Mônica também comprova o seu melhor desempenho em condições ambientais de estiagem, quando comparada a alface Simpson. O bom desempenho da cultivar Mônica em características de produção e diâmetro da cabeça também foi relatado por Nespoli et al. (2009).

Não foi observada diferença significativa em relação à variável número de folhas entre os tratamentos avaliados. O maior valor médio de número de folhas, embora não estatisticamente diferente do apresentado pela alface Mônica (18,67), foi apresentado pela alface Simpson (20,84). Ribeiro et al., (2007), estudando a influência do sombrite no desenvolvimento da alface em cultivo hidropônico no Rio Grande do Norte, não encontraram efeito significativo para a variável número de folhas. Resultados semelhantes foram relatados por Bezerra Neto et al., (2005).

Não foi observada diferença significativa em relação à variável teor de clorofila, o que sugere que o sombreamento provocado pelos ambientes de cultivo não foi suficiente para reduzir a produção de clorofila das plantas.

### Conclusões

As cultivares de alface apresentam respostas diferentes aos ambientes de cultivo. A cultivar Mônica pode ser recomendada para região, nas condições estudadas, uma vez que apresentou maior matéria seca da folha, matéria seca do caule e espessura do caule. As menores temperaturas e as maiores umidades relativas do ar foram registrados no ambiente protegido com sombrite preto.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico no

Maranhão - FAPEMA, pela concessão de bolsa de iniciação científica para a realização desta pesquisa.

Ao professor Dr. Celso Yoji Kawabata (*in memoriam*) por sua imensa contribuição na realização deste trabalho".

### Literatura Citada

- ALVARES V. V. H. et al. 1999. Uso de gesso agrícola. In: Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G.; Alvarez V., V.H. eds. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. pp.67-78.
- BELTRÃO, N. E. de M.; FIDELES FILHO, J.; FIGUEIRÊDO, I. C. M. 2002. Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na experimentação agrícola. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 6:547-552.
- BEZERRA NETO, F. et al. 2005. Sombreamento para a produção de mudas de alface em alta temperatura e ampla luminosidade. Horticultura Brasileira 23(1):133-137.
- COSTA, C. M. F. da et al. 2011. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. Semina: ciências agrárias (Brasil) 32(1):93-102.
- FURLAN, R. A.; FOLEGATTI, M. V. 2002. Distribuição vertical e horizontal de temperaturas do ar em ambientes protegidos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 6:93-100.
- GAZOLLA NETO, A. et al. 2013. Ação de níveis de luminosidade sobre o crescimento de plantas de Maria-pretinha (*Solanum americanus*). Revista Brasileira de Biociências 11(1):88-92.
- MARANHÃO (ESTADO). 2002. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Laboratório de Geoprocessamento-UEMA. Atlas do maranhão. São Luís, MA, GEPLAN. 44p.
- NESPOLI, A. et al. 2009. Desempenho de cultivares de alface tipo cressa sob altas temperaturas. Horticultura Brasileira 27:3157-3162.
- PINHEIRO, R. R. et al. 2012. Efeito de diferentes malhas de sombreamento na emergência e

- produção de rúcula. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer (Brasil) 8(15):757.
- RAMPAZZO, R. et al. 2014. Eficiência de telas termorefletoras e de sombreamento em ambiente protegido tipo telado sob temperaturas elevadas. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, 22(1): 01-04.
- RIBEIRO, M. C. C. et al. 2007. Influência do sombrite no desenvolvimento da alface em cultivo hidropônico. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável (Brasil) 2(2):69-72.
- RICARDO, A. S. et al. 2014. Telas de sombreamento no desempenho de cultivares de alface. Nucleus 11(2):433-441.
- SANTOS, L. L.; SEABRA JÚNIOR, S.; NUNES, M. C. M. 2010. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. Revista de Ciências Agroambientais (Brasil) 8 (1):83-93.
- SCHERER, R. L.; PERON, T. A.; MULLER, I. C. 2013. Efeitos de telas de diferentes cores em plantas de alface. In: Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar, 4. 30 a 31 out.
- SELBACH, J. F.; LEITE, J. R. S. A. 2008. Meio ambiente no Baixo Parnaíba: olhos no mundo, pés na região. São Luis, MA, EDUFMA. 216p.
- VIANA, E. P. T. et al. 2013 Cultivo de alface sob diferentes condições ambientais. Agropecuária Científica no Semiárido (Brasil) 9(2):21-26.





## NOTA CIENTÍFICA

### NEMATOIDES ASSOCIADOS A ARECÁCEAS EM MUNICÍPIOS DO SUL DA BAHIA

*Juliana C. da Cruz, Arlete J. da Silveira*

Universidade Estadual de Santa Cruz, km 16, s/n, Rod. Ilhéus-Itabuna, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil.  
julianacoelhoacruz@gmail.com, arletesilveira@uesc.br

Objetivou-se com o presente trabalho detectar e identificar nematoides em áreas com plantações de Arecaceae. Foram realizadas coletas de solo e raízes em áreas com plantações de coqueiros, açaizeiros, dendezeiros e pupunheiras nos municípios de Ilhéus, Itajuípe, Uruçuca, Arataca, Una e Camamu, Estado da Bahia. Foram retiradas 10 subamostras de solo e raízes, em cada cultura. Em seguida foram encaminhadas para o Laboratório de Fitopatologia e Nematologia da UESC onde foram realizadas as análises nematológicas. Para a identificação foram preparadas lâminas para observação, em microscópio ótico, das principais estruturas morfológicas dos espécimes. As quantificações foram efetuadas utilizando-se câmara de Peters e observações ao microscópio estereoscópico. Os nematoides detectados foram: *Criconemoides* sp., *Dorylaimus* sp., *Helicotylenchus dihystra*, *Hemicycliophora* sp., *Hoplolaimus galeatus*, *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne* sp., *Paratylenchus* sp., *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus reniformis*, *Tylenchorhynchus* sp., *Tylenchus* sp., *Xiphinema* sp. e o nematoide predador *Mononchus* sp.. As maiores populações detectadas foram de *H. dihystra* em coqueiro e pupunheira, *M. javanica* em dendezeiro e, *Tylenchorhynchus* sp. em pupunheira.

**Palavras-chave:** fitonematoides, palmeiras.

**Nematodes associated with Arecaceae in municipalities of Southern Bahia.** The objective of this research was to detect and identify nematodes in Arecaceae plantings. Soil and root samples were collected from plantings of coconut palm, açai palm, dende oil palm and peach palm in the municipalities of Ilhéus, Itajuípe, Uruçuca, Arataca, Una e Camamu, in the state of Bahia, Brazil. Ten subsamples of soil and roots were collected at each crop. Samples were sent to the Plant Pathology and Nematology Laboratory at UESC (State University of Santa Cruz) where nematode analyses were conducted. Microscope slides and morphological observations were used for nematode identification. Quantification was conducted using Peters chamber with the aid of stereo microscope. The nematodes detected were: *Criconemoides* sp., *Dorylaimus* sp., *Helicotylenchus dihystra*, *Hemicycliophora* sp., *Hoplolaimus galeatus*, *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne* sp., *Paratylenchus* sp., *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus reniformis*, *Tylenchorhynchus* sp., *Tylenchus* sp., *Xiphinema* sp. and, the predator nematode, *Mononchus* sp.. The largest populations detected were *H. dihystra* in coconut palm and peach palm, *M. javanica* in dende oil palm and, *Tylenchorhynchus* sp. on peach palm.

**Key words:** plant-parasitic nematodes, palm trees.

## Introdução

As plantas pertencentes à família Arecaceae, conhecidas como palmeiras, são de grande importância comercial no Brasil. Atualmente, registra-se a existência de 252 gêneros e aproximadamente 2.500 espécies de palmeiras no mundo. A maioria desses gêneros é restrita a climas temperados tropicais e subtropicais (Dransfield et al., 2008). No Brasil ocorrem naturalmente 38 gêneros e cerca de 270 espécies (Lorenzi et al., 2010). Destas espécies o coqueiro (*Cocos nucifera* L.), o açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), o dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) e a pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) são de grande importância econômica, principalmente no Sul da Bahia (Silva et al., 2017; Oliveira, 2017). O coqueiro é uma das frutíferas mais difundidas naturalmente no globo terrestre. Acredita-se que o coqueiro tenha origem no Sudeste Asiático (Fontes e Ferreira, 2006). Existem 216.724 mil hectares destinados ao plantio de coqueiro no Brasil. A Bahia é o maior Estado produtor com 350.868 mil toneladas de frutos (IBGE, 2017).

O açazeiro é uma palmeira típica da região amazônica, ocorrendo nos Estados do Pará, Amazonas, Maranhão, Tocantins e Amapá, alcançando as Guianas e a Venezuela. Açazeiros nativos são comuns no estuário do rio Amazonas, em terrenos de várzea, igapós e terra firme (Nogueira et al., 2005; Batista et al., 2007). O Brasil tem 195.920 mil hectares de áreas cultivadas e, o Pará possui quase toda a área territorial de açaí do Brasil, com 188.483 mil hectares e uma produção de 1.274.056 milhões de toneladas em 2017. A Bahia tem a terceira maior área com 1.159 hectares, produzindo 1.846 toneladas do fruto, ficando atrás, do Amazonas (IBGE, 2017).

O dendezeiro atualmente conhecido como palma de óleo, tem seu provável centro de dispersão no golfo da Guiné, que é uma grande reentrância na costa ocidental africana. Seu habitat natural é à margem dos grandes rios do oeste e do centro da África. Foi introduzido pela primeira vez no Brasil pelos escravos, formando algumas populações subespontâneas no Rio de Janeiro e na Bahia (Müller e Andrade, 2010). No Brasil, há 111.418 mil hectares com plantio de dendezeiros destinados a colheita, o Pará é o principal produtor, em seguida vem o Estado da Bahia,

produzindo 36.915 toneladas em uma área de 8.733 mil hectares (IBGE, 2017).

Nos estados da Bahia e do Pará, o anel-vermelho é considerado a doença mais importante da cultura da palma de óleo (Moura et al., 2013). No Estado do Pará, sua incidência tem variado com os surtos do vetor do nematoide causador da doença, o *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Entre os anos de 2012 e 2013, ocorreu alta incidência de plantas apresentando sintomas de anel-vermelho. Como não há cura para as plantas com anel-vermelho, o controle que existe é a eliminação de plantas infectadas pelo nematoide e redução da população do inseto-vetor, minimizando a disseminação do agente causal de plantas doentes para plantas sadias (Boari et al., 2016).

A pupunheira foi uma das primeiras plantas domesticadas pelos indígenas. Nativa da Amazônia, os cultivos se destinam, principalmente, para a produção de palmito. Em alguns estados, entre eles a Bahia, há forte mercado para a industrialização dos produtos oriundos do cultivo (Silva et al., 2017). Em plantios de pupunha na Bahia, é possível observar a presença de *R. palmarum*, que são atraídos pelos restos culturais que ficam após a colheita dos palmitos (Gomes et al., 2012). Existem 23.110 mil hectares destinados à produção de palmito no Brasil, sendo que, na Bahia, há a terceira maior área, com 3.292 mil hectares, ficando atrás do Estado de São Paulo e Santa Catarina respectivamente (IBGE, 2017).

Os fitonematoides estão disseminados pelo Brasil e causam danos quantitativos e qualitativos em muitas espécies de importância comercial, como as frutíferas (Dias-Arieira et al., 2010). Entre estas, a cultura do coqueiro que é atacada por diversas doenças, que variam de importância em cada região. Entre as principais moléstias que causam prejuízos encontra-se o anel-vermelho, uma doença letal para o coqueiro e outras palmeiras de importância econômica, causada pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard (Duarte et al., 2008). No Brasil, foi constatada pela primeira vez em 1954, no Rio de Janeiro, sendo relatada nos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pará, Pernambuco, Rio Grande do Norte, São Paulo e Sergipe (Marinho e Silveira, 2005). O principal vetor de disseminação é o *Rhynchophorus palmarum* L., conhecida por broca-do-olho-do-coqueiro, bicudo e broca-do-coqueiro, ataca o açazeiro,

no campo, a partir dos três anos de idade, quando as plantas estão com o estipe suficientemente desenvolvido. Além do açazeiro, essa praga ataca outras palmeiras, principalmente o coqueiro e o dendezeiro (Nogueira et al., 2005; Boari et al., 2016).

Outro nematoide que causa grandes danos às arecáceas na Índia é o *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, principalmente para o coqueiro. Os sintomas na planta são características gerais de declínio, como nanismo e amarelecimento. Nas raízes a infestação produz pequenas lesões alongadas de cor alaranjada, as quais aumentam e coalescem causando extenso apodrecimento (Griffith et al., 2005). No Brasil não há relato do ataque do *R. similis* em coqueirais.

Estudos e, ou levantamentos de fitonematoides em arecáceas no Brasil, são escassos. Objetivou-se, então, com o presente trabalho, detectar e identificar nematoides em plantações de arecáceas em municípios do Sul da Bahia.

## Material e Métodos

### Coletas de solo e raízes

Foram realizadas coletas de solo e de raízes em plantações de arecáceas, em municípios do Sul da Bahia (Tabela 1). Foram coletadas 10 subamostras de solo e raízes, na projeção da copa a uma profundidade de 5 a 30 cm em uma área equivalente a 1 hectare/cultura. As amostras foram colocadas em um balde e, em seguida homogeneizadas para obter amostras compostas de aproximadamente 500 g de solo e 50 g de raízes, que foram acondicionadas em sacos plásticos, vedadas e devidamente etiquetadas. Em seguida foram encaminhadas para o laboratório e

armazenadas em geladeira a 5°C (Freitas et al., 2006). As análises nematológicas foram efetuadas no Laboratório de Nematologia da Universidade Estadual de Santa Cruz, *Campus* Soane Nazaré de Andrade em Ilhéus, BA.

### Extração dos nematoides a partir das amostras de solo

A amostra composta de solo foi homogeneizada em bandeja. Em seguida, uma alíquota de 100 g foi colocada em um recipiente, onde foram acrescentados 2 a 3 L de água de torneira. Os torrões maiores foram desfeitos e a suspensão foi deixada em repouso por cerca de 30 segundos para a sedimentação de impurezas e das frações mais grossas de solo. O líquido foi vertido em uma peneira com malha de 20 mesh (0,84 mm) sobre um recipiente e, em seguida foi transferido aos poucos para peneira de 500 mesh (0,025 mm). Com auxílio de pisseta contendo água, os nematoides foram transferidos para béqueres de 40 mL. As suspensões foram centrifugadas por quatro minutos a 1750 rpm, conforme metodologia descrita por Jenkins (1964). Após a centrifugação, foi eliminado o líquido sobrenadante e adicionada solução de sacarose (400 g de açúcar dissolvido em 750 mL de água). A suspensão foi centrifugada novamente por um minuto com a mesma rotação. O líquido sobrenadante foi vertido em peneira de 500 mesh, derramando-se a água da torneira para retirar todo o resíduo de sacarose e, com jatos de água em pisseta, os nematoides foram transferidos para béqueres. Em seguida, a suspensão aquosa dos nematoides foi transferida para tubos de ensaio, deixando-os em repouso por 24 horas. Após este período o excesso de água foi retirado, deixando-se apenas 4 mL.

### Extração dos nematoides a partir das amostras de raízes

A extração foi realizada pelo método de Coolen & D'Herde (1972), indicado para a extração de ovos e juvenis de *Meloidogyne* sp. em raízes de plantas infectadas, utilizando solução de hipoclorito de sódio (NaClO) na concentração de 0,5% (cloro ativo) para dissolver a massa gelatinosa que envolve os ovos. As raízes foram lavadas cuidadosamente e cortadas em pedaços de aproximadamente 1 cm, e homogeneizadas. De cada uma das

Tabela 1. Locais e culturas onde foram realizadas as coletas de solo e raiz para análises nematológicas

Município / Local	Cultura	Coordenadas
Ilhéus / Fazenda Omarita	Cocoqueiro	14°47'34"S 39°07'05"W
Una / Fazenda Bom Sossego	Cocoqueiro	15°28'72"S 39°06'33"W
Ilhéus / Fazenda Omarita	Açaizeiro	14°47'43"S 39°07'03"W
Arataca / Fazenda Bom Retiro	Açaizeiro	15°14'01"S 39°26'52"W
Camamu / Fazenda Nova Kênia	Açaizeiro	13°58'13"S 39°26'52"W
Ilhéus / Ceplac	Dendezeiro	14°46'37"S 39°13'28"W
Una / Fazenda Santa Bárbara	Dendezeiro	15°20'02"S 39°09'45"W
Itajuípe / Fazenda Boa Vista	Pupunheira	14°41'34"S 39°22'11"W
Uruçuca / Fazenda Centenário	Pupunheira	14°33'50"S 39°19'59"W
Camamu / Fazenda Nova Kênia	Pupunheira	13°58'16"S 39°10'58"W

amostras, 10 g de raízes foram pesados e submetidos ao processo de extração. Em seguida, foram trituradas em liquidificador, por 15 segundos, com volume de solução de hipoclorito suficiente para cobrir os fragmentos. A suspensão resultante foi passada pela peneira de 20 mesh sobre a de 500 mesh e lavou-se com água corrente para retirar o excesso de hipoclorito. O processo para obtenção da suspensão aquosa dos nematoides foi o mesmo utilizado para extração de nematoides do solo. Porém, na primeira centrifugação, acrescentou-se 1 cm<sup>3</sup> de caulim e homogeneizou-se com auxílio de um bastão de vidro, para melhor decantação dos fragmentos de raízes.

### **Fixação, identificação e quantificação dos nematoides**

Os tubos de ensaios, com as suspensões dos nematoides, foram aquecidos em banho-maria, a 52 °C por dois minutos e, em seguida, foram adicionados 4 mL de solução de formalina a 8%. A formalina foi preparada adicionando-se 80 mL de formaldeído concentrado (37-40 %) em 290 mL de água destilada (Tihohod, 1993). Após a fixação, as suspensões foram transferidas para frascos de vidro com capacidade para 10 mL, devidamente etiquetados. Para a identificação dos nematoides, foram preparadas lâminas temporárias para observação, em microscópio ótico, das principais estruturas morfológicas dos espécimes. Foram utilizadas chaves dicotômicas (Zuckerman et al., 1971; Mai e Mullin, 1996). A quantificação foi efetuada utilizando-se câmara de Peters e observações ao microscópio estereoscópico, com aumento de 40 vezes (Tihohod, 1993).

### **Resultados e Discussão**

Foram identificados nas amostras de solo e, ou de raízes de coqueiros os gêneros *Helicotylenchus* (Steiner), *Dorylaimus* (Dujardin), *Xiphinema* (Cobb), *Hemicycliophora* (Man) e *Paratylenchus* (Micoletzky). Em açazeiros *Helicotylenchus* (Steiner), *Tylenchus* (Cobb), *Meloidogyne* (Goeldi), *Criconemoides* (Taylor), *Hemicycliophora* (Man), *Pratylenchus* (Filipjev) e *Tylenchorhynchus* (Cobb). Nos cultivos de dendezeiros foram: *Helicotylenchus* (Steiner), *Tylenchus* (Cobb), *Xiphinema* (Cobb), *Rotylenchulus* (Linford & Oliveira), *Meloidogyne* (Goeldi), *Hemicycliophora* (Man), *Paratylenchus*

(Micoletzky e, em pupunheira, foram assinalados os gêneros *Helicotylenchus* (Steiner), *Tylenchus* (Cobb), *Paratylenchus* (Micoletzky), *Pratylenchus* (Filipjev), *Tylenchorhynchus* (Cobb) e *Hoplolaimus* (von Daday). *Mononchus* (Bastian), nematoide predador, foi detectado em amostras de solo de açazeiro, dendezeiros e pupunheiras (Tabela 2).

Na rizosfera de coqueiros o número de nematoides recuperados, em 100 g de solo (S) e 10 g de raízes (R), em Ilhéus, foi: *Helicotylenchus dihystra* (824 S e 40 R); *Pratylenchus* sp. (200 S) e *Xiphinema* sp. (64 S e 16 R). Nesta cultura, em Una, foram detectados nematoides nas amostras de solo: *Pratylenchus* sp. (192), *H. dihystra* (44), *Xiphinema* sp. (16), *Hemicycliophora* sp. (8) e *Dorylaimus* sp. (4). Os fitonematoides espiralados (*Helicotylenchus* spp.), já foram observados atacando diversas espécies agrícolas no Brasil. Sher (1966) relatou que *H. dihystra* consolidou-se como a espécie mais comum, sendo detectada em amostras, ocorrendo em associação com várias fruteiras. Em estudos realizados por Novaretti et al. (1974) verificaram a ocorrência do gênero *Helicotylenchus* em aproximadamente 90 % das amostras coletadas na cultura da cana-de-açúcar. Sharma e Loof (1982) detectaram esse nematoide, entre outros, associados a coqueiros em declínio no estado de Sergipe. Maba et al. (2018) relataram que, das 4.793 amostras de solo e raízes das principais culturas: algodão, feijão, milho e soja e, também de, plantas de cobertura e daninhas que foram processadas no Laboratório de Nematologia da Fundação Rio Verde, em 41% foram detectados *Helicotylenchus* sp., 28% de *Pratylenchus* spp. e 1% de *Meloidogyne* spp., nas safras de 2017/2018.

Nas amostras de solo (S) e raízes (R) coletadas de açazeiros, em Ilhéus, foram recuperados nematoides no solo: *Tylenchus* sp. (15), *Pratylenchus* sp. (8), *Tylenchorhynchus* sp. (2) e *H. dihystra* (1). No município de Arataca, nas amostras de solo, foram *H. dihystra* (40), *Tylenchus* sp. (24), *Mononchus* sp. (56) e, nas raízes *Meloidogyne* sp. (5) e, em Camamu foram *H. dihystra* (16 S e 13 R) e, nas raízes, *Tylenchus* sp. (4) e *Hemicycliophora* sp. (23). Em trabalho realizado por Santos (2016), em açazeiro de touceira, nativa no estado de Rondônia, foram observados os espécimes *Tylenchus* sp., *Aphelenoides* sp. e *Paratylenchus* sp. O nematoide encontrado em maior número foi *Tylenchus* sp. (308 S e 24 R). O autor



Tabela 2. Número total de nematoides encontrados no solo (100 g) e nas raízes (10 g) de arecáceas, em municípios do Sul da Bahia

Nematoides	Ilhéus <sup>1</sup>		Una <sup>2</sup>		Ilhéus <sup>1</sup>		Arataca <sup>3</sup>		Camamu <sup>4</sup>		Ilhéus <sup>5</sup>		Una <sup>6</sup>		Itajuípe <sup>7</sup>		Uruçuca <sup>8</sup>		Camamu <sup>4</sup>	
	Coqueiro		Coqueiro		Açaizeiro		Açaizeiro		Açaizeiro		Dendezeiro		Dendezeiro		Pupunheira		Pupunheira		Pupunheira	
	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	824	40	44	-	1	-	40	-	16	13	88	-	24	24	464	-	49	7	208	48
<i>Tylenchus</i> sp.	-	-	-	-	15	-	24	-	-	4	-	-	4	3	-	-	3	-	-	-
<i>Dorylaimus</i> sp.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xiphinema</i> sp.	64	-	16	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Meloidogyne</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Meloidogyne javanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	540	-	-	-	-	-	-
<i>Criconemoides</i> sp.	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemicyclophora</i> sp.	-	-	8	-	-	-	-	-	-	23	-	-	-	24	-	-	-	-	-	-
<i>Mononchus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	56	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	24	-
<i>Paratylenchus</i> sp.	200	-	192	-	-	-	-	-	-	-	93	-	108	-	-	-	24	-	88	-
<i>Pratylenchus</i> sp.	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	496	-	-	-	32	-
<i>Hoplolaimus galeatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-

Legenda: 1: Fazenda Omarita; 2: Fazenda Bom Sossego; 3: Fazenda Bom Retiro; 4: Fazenda Nova Kênia; 5: Ceplac; 6: Fazenda Santa Bárbara; 7: Fazenda Boa Vista; 8: Fazenda Centenário; S: Solo; R: Raiz

reportou que, por se tratar de uma planta explorada predominantemente de forma extrativista na Amazônia brasileira, de maneira geral, há falta de informações fitossanitárias a respeito do seu cultivo.

Na cultura de dendezeiros, em Ilhéus, o número de nematoides recuperados nas amostras de solo foi: *Helicotylenchus dihystra* (88), *Xiphinema* sp. (4) e *Paratylenchus* sp. (93) e, nas raízes *M. javanica* (32). Em Una, foram recuperados nas amostras de solo e raízes, *H. dihystra* (24 e 24) e *Tylenchus* sp. (4 e 3). Nas amostras de solo, foram recuperados *Paratylenchus* sp. (108) e *Mononchus* sp. (20) e, nas amostras de raízes foram *Meloidogyne javanica* (540), *Hemicyclophora* sp. (23) e *Rotylenchulus reniformis* (4). Segundo Sharma e Ekhardt (1979), citado por Garbin e Costa (2015) *Helicotylenchus* sp. estava associado à cultura do dendezeiro nos estados do Amazonas e Minas Gerais.

Em pupunheira foram identificados *H. dihystra*, *Tylenchus* sp., *Paratylenchus* sp., *Pratylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Hoplolaimus galeatus* e *Mononchus* sp. em amostras de solo (S) e, ou raízes (R). O maior número de nematoides recuperados nas amostras de solo, no município de Itajuípe, foi de *H. dihystra* (464) e *Tylenchorhynchus* sp. (496). Além destes nematoides, foi recuperado *H. galeatus* (32). Em Uruçuca foram recuperado *H. dihystra* em amostra de solo e raízes (49 S e 7 R) e, em amostras de solo *Paratylenchus* sp. (24) e *Tylenchus* sp. (3). Em Camamu, foram recuperados *H. dihystra* em amostras

de solo e raízes (464 S e 48 S) e, em amostras de solo *Paratylenchus* sp. (88), *Tylenchorhynchus* sp. (32) e *Mononchus* sp. (24). Em amostras de raízes foi recuperado *Pratylenchus* sp. (8). Nesta cultura as maiores populações foram de *H. dihystra*, *Tylenchorhynchus* sp. e *Paratylenchus* sp., em amostras de solo. Santos (2016) relatou a ocorrência de *H. dihystra*, *Tylenchus* sp. e *Paratylenchus* sp., em pupunheira. O autor relatou, ainda, que a associação de *H. dihystra* e *Paratylenchus* sp., com a cultura, não pode ser descartado. Contudo, não há registro de nematoides causando danos nesta cultura, no Brasil.

*Mononchus* sp. foi detectado nos municípios de Arataca, Una e Camamu, nas culturas açaí, dendê e pupunha, respectivamente. Este nematoide é de grande interesse agrícola por alimentar-se de outros nematoides (nematófago) (Andrássy, 2011).

Próximo ao cultivo de coqueiro, na Fazenda Bom Sossego, havia algumas bananeiras e, na Fazenda Omarita a área com coqueiro era consorciada com pitangueiras. As únicas fazendas que aplicavam defensivos agrícolas, como inseticidas e herbicidas, eram Omarita e Nova Kênia.

São escassos os estudos sobre ocorrências e, ou danos causados por fitonematoide em arecáceas, no Brasil. A maioria dos estudos é sobre o anel-vermelho causado por *B. cocophilus*. Nas áreas amostradas, neste estudo, não foi detectado este fitonematoide e não havia sintomas da doença. Segundo os agricultores

(comunicação pessoal) não há histórico desta doença nestas áreas. Não foram encontrados, também, registros de outros fitonematoides associados a estas culturas no Sul da Bahia e, portanto, estudos sobre os danos que os fitonematoides detectados podem causar nestas culturas precisam ser conduzidos.

### Conclusões

As maiores populações são de *H. dihystra* em coqueiro e pupunheira, *M. javanica* em dendezeiro e *Tylenchorhynchus* sp. em pupunheira.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela bolsa concedida ao primeiro autor e, à Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) pelas instalações necessárias para a realização da pesquisa.

### Literatura Citada

- ANDRÁSSY, I. 2011. Three new species of the genus *Mononchus* (Nematoda: Mononchida), and the "real" *Mononchus truncatus* Bastian, 1865. *Journal of Natural History* 45(5-6):303-326.
- BATISTA, T. F. C. et al. 2007. Ocorrência de Antracnose em Frutos de Açaí, *Euterpe oleracea*, em Muaná, Pará. *Fitopatologia Brasileira* 32(4):360.
- BOARI, A. de J. et al. 2016. Anel-vermelho da palma de óleo. EMBRAPA, Documento nº 425. 59p.
- COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. 1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent, State Agricultural Research Center. 77p.
- DIAS-ARIEIRA, C. R. et al. 2010. Fitonematoides associados a frutíferas na Região Noroeste do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32(4):1064-1071.
- DRANSFIELD, J. 2008. *Genera Palmarum: the evolution and classification of palms*. Londres, Kew Publishing, Royal Botanical Garden. 732p.
- DUARTE, A. G.; 2008. Disposição do nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard, em coqueiros portadores da doença anel-vermelho. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30(3):622-627.
- FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S. 2006. A cultura do coco. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, coleção plantar nº 48. Disponível em: <http://www.embrapa.br/busca-de-publicação>. Acesso em: 22 mar. 2018.
- FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. 2006. Introdução à Nematologia. 3ª ed. Viçosa, MG, UFV. 83p.
- GARBIN, L. F.; COSTA M. J. N. da. 2015. Incidência do fitonematoide *Helicotylenchus*. Análises laboratoriais do Mato Grosso 12:90-96.
- GOMES, S. M. S. et al. 2012. Emprego de feromônios na captura de *Metamasius* sp. e *Rhynchophorus palmarum*, em plantios de pupunha e dendezeiro. *Agrotrópica (Brasil)* 24(1):15-20.
- GRIFFITH, R. et al. 2005. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture: nematode parasites of coconut and other palms. 2nd Edition. London, UK, CABI Publishing. 425p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção Agrícola Municipal, 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisa>. Acesso em: 19 fev. 2019.
- JENKINS, W. R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48 (9):692.
- LORENZI, H. et al. 2010. Flora brasileira: Arecaceae (Palmeiras). Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum. 382p.
- MABA, T. S. M.; BELUFI, M. de R.; PITTELKOW, L. F. 2018. Levantamento populacional de nematoides na região do médio norte do Mato Grosso, safra 2017/2018 e segunda safra 2018. *Boletim Técnico* n.1. 9p.
- MAI, W. F.; MULLIN, P. G. 1996. Plant-parasitic nematodes: a pictorial key to genera. Ithaca, EUA, Cornell University Press. 277p.
- MARINHO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B. 2005. Doenças do coqueiro. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J. A. M.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A. Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo, SP, Editora Agronômica Ceres. pp.271-281.
- MOURA, J. I. L. et al. 2013. Preferência do bicudo-das-palmeiras por dendezeiro, caiaué e por seu híbrido interespecífico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 48(4):454-456.
- MÜLLER, A. A.; ANDRADE, E. B. de. 2010. CAPÍTULO 2. Aspectos gerais sobre a fenologia da cultura da palma de óleo. In: Ramalho Filho, A.; Motta, P. E. F. da; Freitas, P. L. de; Teixeira, W. G. Zoneamento Agroecológico, Produção e Manejo para a Cultura da Palma de Óleo na Amazônia. Rio de Janeiro, RJ, Embrapa Solos. pp.83-91.
- NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A. 2005. Açaí. Belém, PA, Embrapa Amazônia Oriental. Sistemas de Produção 4. 137p.
- NOVARETTI, W. R. T. et al. 1974. Contribuição ao estudo dos nematoides que parasitam a cana-de-açúcar em São Paulo. In: Reunião Brasileira de Nematologia, 1. Anais. Piracicaba, SP. pp.27-32.
- OLIVEIRA, M. L. de. 2017. Stem bleeding of acai palm plants, caused by *Ceratocystis paradoxa*, in southern Bahia. *Agrotrópica (Brasil)* 29(1):13-20.
- SANTOS, R. S. 2016. Nematoides associados a cinco fruteiras em Rondônia, RO. *Revista de Agricultura (Brasil)* 91(1):101-110.
- SILVA, M. das G. C. P. C. et al. 2017. Composição química da pupunha no Sul da Bahia. *Agrotrópica (Brasil)* 29(1):63-68.
- SHARMA, R. D.; LOOF, P. A. A. 1982. Nematoides associados com coqueiro em declínio no estado de Sergipe, Brasil. *Sociedade Brasileira de Nematologia*, Piracicaba, SP, Publ. nº 6:79-84.
- SHER, S. A. 1966. Revision of the Hoplolaiminae (Nematoda) VI. *Helicotylenchus* Steiner, 1945. *Nematologica* 12:1-56.
- TIHOHOD, D. 1993. Nematologia agrícola aplicada. Jaboticabal, SP, FUNEP/UNESP. 372p.
- WARWICK, D. R. N. 2005. Principais características do anel-vermelho e murcha-de-fitomonas. Comunicado Técnico nº 30. 8p.
- ZUCKERMAN, B. M.; MAI, W. F.; ROHDE, R. A. 1971. Plant parasitic nematodes: morphology, anatomy, taxonomy and ecology. New York, Academic Press. 345p. ●

## **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



