

# Agrotropica

Volume 30, número 2, maio a agosto de 2018



Centro de Pesquisas do Cacau  
Ilhéus - Bahia

---

© 2018 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 2018.

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.

Coeditor: Quintino Reis de Araujo.

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 sistema "candelabro" é uma técnica experimental de tutoramento e poda, que consiste no equilíbrio entre a parte vegetativa e produtiva da planta do cacaueiro, para facilitar o manejo e aumentar a produtividade.

**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.

**Coeditor:** Quintino Reis de Araujo.

**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. 30

Maio - agosto

2018

N.2

## CONTEÚDO

### ARTIGOS

- 83** Antagonismo de leveduras ao agente etiológico da Murcha de Ceratocystis em cacaueiro. **G. de S. Rodrigues, A. Pimenta Neto, D. M. A. Magalhães, A. M. da Costa, E. D. M. N. Luz.**
- 93** Variabilidade genética do cacaueiro com base no polimorfismo de homólogos de genes de resistência. **B. F. Santos, F. F. J. Santos, H. L. Melo, U. V. Lopes, K. P. Gramacho, J. L. Pires e D. Ahnert.**
- 101** Diversidade de fungos em espécies nativas e cultivadas de orquídeas no Sul da Bahia. **C. D. dos Santos, R. O. da Silva, E. L. Candeias, N. S. Vitória, E. D. M. N. Luz e J. L. Bezerra.**
- 109** Processo de compostagem a base de murumuru (*Astrocaryum* spp.) e seu uso como substrato. **M. da S. Araújo, L. L. da Silva, L. A. Frare, H. M. F. Leite, L. H. da S. de O. Mota.**
- 119** Adensamento populacional em plantas de milho verde cultivado na Mesorregião do Leste Maranhense. **R. M. de Sousa, M. B. Furtado, D. P. de Sousa, F. Soares, I. dos S. Reis, L. de O. Viana.**
- 127** Perdas pós-colheita de hortaliças no mercado varejista de Chapadinha, Maranhão, Brasil. **A. N. S. Sousa, E. I. B. Almeida, S. da S. Nascimento, M. da S. Mendes, W. da S. Sousa, P. A. F. R. de Melo.**

### NOTAS CIENTÍFICAS

- 135** "Sistema Candelabro": proposta para cultivo intensivo de cacaueiro. **G. A. Sodré e J. B. V. Leite.**
- 147** Substratos e excisão de sementes para produção de mudas de noni. **C. E. Pereira, F. L. Neves, F. Silveira Vilasboas, V. L. Matos, C. K. do Sacramento.**



**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.

**Coeditor:** Quintino Reis de Araujo.

**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.30

May - August

2018

N.2

## CONTENTS

### ARTICLES

- 83** Antagonism of yeast isolates to the etiological agent of ceratocystis wilt in cocoa (in Portuguese). **G. de S. Rodrigues, A. Pimenta Neto, D. M. A. Magalhães, A. M. da Costa, E. D. M. N. Luz.**
- 93** Genetic diversity of cacao based on polymorphism of homologues of resistance genes (in Portuguese). **B. F. Santos, F. F. J. Santos, H. L. Melo, U. V. Lopes, K. P. Gramacho, J. L. Pires e D. Ahnert.**
- 101** Diversity of fungi on wild and cultivated orchids in Southern Bahia (in Portuguese). **C. D. dos Santos, R. O. da Silva, E. L. Candeias, N. S. Vitória, E. D. M. N. Luz e J. L. Bezerra.**
- 109** Composting process based in Murumuru (*Astrocaryum* spp.) and its use as an agricultural substrate (in Portuguese). **M. da S. Araújo, L. L. da Silva, L. A. Frare, H. M. F. Leite, L. H. da S. de O. Mota.**
- 119** Populational spacing densification in green corn plants grown at east region of Maranhão State (in Portuguese). **R. M. de Sousa, M. B. Furtado, D. P. de Sousa, F. Soares, I. dos S. Reis, L. de O. Viana.**
- 127** Post-harvesting loss of vegetables in the retailer market of Chapadinha, Maranhão, Brazil (in Portuguese). **A. N. S. Sousa, E. I. B. Almeida, S. da S. Nascimento, M. da S. Mendes, W. da S. Sousa, P. A. F. R. de Melo.**

### SCIENTIFICS NOTES

- 135** "Candlestick system": Suggestion for intensive cocoa cultivation (in Portuguese). **G. A. Sodré e J. B. V. Leite.**
- 147** Substrates and excision of seeds for noni seedlings production (in Portuguese). **C. E. Pereira, F. L. Neves, F. Silveira Vilasboas, V. L. Matos, C. K. do Sacramento.**

## 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. *Ihêus*, 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 information about locations, time, climate, soil, etc. and furnish Latin names of plants, animals, pathogens, etc., as well as 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. *Agrotropica* (Brasil) 8(2): 39 - 44.

### BOOKS

BALL, D. M.; HOVELAND, C. S.; LACEFIELD, G. D. 1991. Southern forrages. 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.

## ANTAGONISMO DE LEVEDURAS AO AGENTE ETIOLÓGICO DA MURCHA DE CERATOCYSTIS EM CACAUEIRO

Giselle de Souza Rodrigues<sup>1</sup>, Antônio Pimenta Neto<sup>2</sup>, Dilze Maria Argôlo Magalhães<sup>3</sup>, Andréa Miura da Costa<sup>4</sup>, Edna Dora Martins Newman Luz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)/Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV), Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil, igisele@hotmail.com; <sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)/Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Rua Manuel de Medeiros, s/n - Dois irmãos, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil. pimenta\_dm@yahoo.com.br; <sup>3</sup>Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac)/Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec), Rod. Ilhéus-Itabuna, km 22, 45600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil, dilze.argolo@yahoo.com.br, ednadora@yahoo.com.br; <sup>4</sup>UESC/Departamento de Ciências Biológicas, amcosta@uesc.br.

*Ceratocystis cacaofunesta* é o causador da Murcha de Ceratocystis em cacaueiro, doença vascular de difícil controle. O tratamento de injúrias antes da penetração do patógeno utilizando leveduras como agentes de biocontrole (ABCs) pode ser promissor, pois são excelentes colonizadoras de ferimentos. Objetivou-se testar o potencial antagonista de onze leveduras isoladas do filoplano de cacaueiro contra *C. cacaofunesta*. Avaliou-se: i) confronto *in vitro* dos ABCs e patógeno e inibição da germinação de esporos do patógeno pelo secretoma dos antagonistas; ii) efeito dos ABCs na formação de peritécios do patógeno sobre discos de folhas; iii) tratamento de sementes e irrigação da rizosfera com suspensão de ABCs; iv) antagonismo em mudas estaqueadas. As leveduras 23, 92, 161, 165, 166, 169 e 174 paralisaram o crescimento do patógeno no 11º dia de avaliação. Os ABCs reduziram a germinação de esporos do patógeno. Em discos de folhas, as leveduras inibiram a formação de peritécios. No tratamento de sementes nenhum tratamento diferiu da testemunha inoculada e todos diferiram da testemunha absoluta. Em mudas estaqueadas, os isolados LEV034 e LEV101 foram superiores aos demais tratamentos apresentando menores percentuais de mortalidade de plantas. Os resultados demonstram possibilidade de utilizar as leveduras LEV034 e LEV101 (*Rhodosporidium paludigenum*) como ABCs para *C. cacaofunesta*.

**Palavras-chave:** *Ceratocystis cacaofunesta*, *Theobroma cacao*, controle biológico.

**Antagonism of yeast isolates to the etiological agent of ceratocystis wilt in cocoa.** *Ceratocystis cacaofunesta* is the causal agent of Ceratocystis Wilt in cocoa, a vascular disease difficult to control. There is the possibility of treating injuries with yeast as biocontrol agents (BCAs) prior to the pathogen arrival once yeasts, are excellent wound colonizers. The objective of this work was to test the antagonistic potential of eleven yeasts isolates obtained from cacao plants phylloplane against *C. cacaofunesta*. We evaluated: i) the antagonism by confronting BCAs with the pathogen *in vitro* and the germination inhibition of spores of pathogen by antagonist's secretoma; ii) the effect of BCAs on pathogen's perithecia formation over inoculated leaf discs; iii) the seeds treatment and irrigation of the soil surface with BCAs; iv) the yeast's performance in cacao cuttings inoculated with the pathogen. Yeasts isolates 23, 92, 161, 165, 166, 169 and 174 paralyzed the pathogen growth on the 11<sup>th</sup> day of evaluation. The BCAs reduced the pathogen spores germination and inhibited to perithecia formation over inoculated leaf discs. None of the yeasts isolates was effective when used to treat seeds, but when cutting roots were treated with BCAs suspensions before the inoculation the isolates LEV034 and LEV101 were superior to other treatments showing lower percentages of plants mortality. It was demonstrated that yeasts isolates LEV034 and LEV101 (*Rhodosporidium paludigenum*) have potential to control *C. cacaofunesta*.

**Key words:** *Ceratocystis cacaofunesta*, *Theobroma cacao*, biological control.

## Introdução

Um dos principais fatores limitantes ao cultivo do cacaueteiro é a ocorrência de doenças, dentre as quais se destaca a Murcha de *Ceratocystis*, causada pelo ascomiceto *Ceratocystis cacaofunesta* Engelbr. & T.C. Harr., citado até 2005 como *C. fimbriata* Ellis & Halsted (1890). Esta enfermidade é uma doença letal (Oliveira; Luz, 2005) e o fungo possui penetração indireta, necessitando de aberturas para poder invadir a planta. Desta forma, ferimentos ocasionados pelos tratamentos culturais e pela abertura de galerias por coleobrocas são citados como vias de penetração na planta. As ferramentas, especialmente por ocasião da poda e da desbrota, podem introduzir o patógeno nas plantas e contribuem na disseminação dos propágulos do fungo de uma planta infectada para outra sadia (Sanches, 2007; Oliveira; Luz, 2005).

Métodos de controle desta doença tem sido baseados principalmente na utilização de plantas resistentes e manejo cultural, a fim de eliminar fontes de inóculo e disseminação da doença (Oliveira; Luz, 2012). O controle químico com uso de fungicidas protetores ou sistêmicos, até o momento, não propiciou resultados plenamente satisfatórios (Albuquerque et al., 2005). O controle biológico para esta doença, até o presente, não foi testado, todavia pode ser uma alternativa viável e promissora a ser inserida em programas de manejo da Murcha de *Ceratocystis* em cacaueteiro. O controle integrado é uma estratégia que tem sido recomendada, visto que combina dois ou mais métodos de tratamentos, objetivando superar o desempenho e aumentar a eficácia das técnicas existentes (Ferreira et al., 2015).

As leveduras são organismos adequados à utilização como agentes de biocontrole (ABC) devido à sua alta capacidade de colonizar superfícies vegetais e manterem-se viáveis durante longos períodos de tempo sob diferentes condições ambientais (Pimenta et al., 2009). Composto a microbiota epifítica e endofítica de plantas (Valdebenito-Sanhueza, 2000), podem ser extraídas para utilização no controle biológico, com a vantagem de que são fenotipicamente mais adaptadas ao meio (Fialho, 2004). *Sporobolomyces roseus* Kluyver & C.B. Niel e algumas leveduras dos gêneros *Rhodospiridium* e *Rhodotorula* têm demonstrado um elevado potencial

como agentes de biocontrole (Melo, 2012; Coelho et al., 2011; Alves, 2007), assim como *Rhodospiridium paludigenum* Fell & Tallman possui ampla faixa de ação contra fungos (Lu et al., 2014).

Mediante o potencial das leveduras no controle biológico de patógenos, objetivou-se testar leveduras extraídas do filoplano de cacaueteiro quanto ao antagonismo a *C. cacaofunesta*, a fim de oferecer novos subsídios para o controle da Murcha de *Ceratocystis* do cacaueteiro.

## Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos na Seção de Fitopatologia da Ceplac (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 14°75'54,23"S, 39°23'11,35"W), município de Ilhéus - Bahia. O isolado do fitopatógeno *Ceratocystis cacaofunesta* testado foi o Cc20, na concentração de  $3 \times 10^4$  UFC/mL. Os antagonistas utilizados foram oriundos do filoplano de folhas do cacaueteiro: como *Spodobolomyces roseus* (isolado LEV001), *Rhodotorula* sp. (isolado LEV161), *Rhodospiridium paludigenum* (isolados LEV023, LEV034, LEV092, LEV165, LEV166, LEV169, LEV170 e LEV174). Um único isolado, LEV101, foi oriundo da flor. No total foram obtidos 11 isolados de leveduras.

A concentração dos antagonistas utilizada nos experimentos foi de  $1 \times 10^8$  UFC/mL.

### Avaliação do potencial dos agentes de biocontrole em testes *in vitro*

No primeiro experimento exerceu-se a técnica de confronto direto em placas de Petri (Dennis; Webster, 1971), em que se utilizou um funil de vidro para dispor as leveduras circundando o disco de micélio do fitopatógeno pela borda da placa de Petri. Ambos, antagonista e patógeno, foram colocados no mesmo dia. O controle continha apenas o disco de micélio do Cc20 no centro da placa. Neste experimento testaram-se oito isolados de folhas: LEV023, LEV092, LEV161, LEV165, LEV166, LEV169, LEV170 e LEV174. As placas foram vedadas e incubadas a 28°C em BOD, no escuro. O crescimento médio radial das colônias do patógeno a cada 24 h foi utilizado para medir a inibição provocada pelo antagonista em função do crescimento nas placas sem o antagonista. O

experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com seis repetições por tratamento.

Foram preparadas suspensões de leveduras na concentração de  $1 \times 10^8$  UFC/mL e colocadas em meio de cultura líquido batata-dextrose. As suspensões foram incubadas em BOD com temperatura de 28°C, no escuro. Após o período de 48 h, as suspensões foram filtradas em gaze e papel filtro, centrifugadas a 7000 rpm por 15 minutos e retirado o sobrenadante, secretoma, para ser utilizado no experimento. Para avaliar a inibição da germinação de esporos do patógeno pelos antagonistas, foram testadas as mesmas oito leveduras do experimento anterior. Placas de Petri contendo ágar-água foram divididas em seis quadrantes. Alíquotas da suspensão do patógeno foram adicionadas ao secretoma do antagonista em seis concentrações do antagonista: 90, 75, 50, 25, 10 e 0%, colocadas em tubos de 2 mL, agitadas por 30 segundos e, posteriormente, colocou-se uma alíquota de 10 µL da mistura em cada quadrante. As placas foram incubadas em BOD, a 28°C, no escuro por 6 h, quando se colocou uma gota de lactofenol + azul de algodão. A contagem dos esporos de *C. cacaofunesta* germinados e não germinados foi realizada em microscópio ótico, perfazendo um total de 100 esporos por campo, utilizando a objetiva de 10x. Por fim, calculou-se o percentual de inibição aplicando-se a fórmula: Percentual de inibição (%) = [(Média das Testemunhas - Média do Tratamento)/Média das Testemunhas] × 100. Os valores foram comparados pelo teste de Scoot-knott ( $p < 0,05$ ) no Sisvar® (Ferreira, 2011).

#### **Efeito dos biocontroladores em testes *in vivo*.**

Na avaliação *in vivo* utilizou-se o clone CCN51, susceptível à Murcha de Ceratocystis (Silva et al., 2004), e três métodos de inoculação: 1) discos de folhas (Magalhães et al., 2016); 2) tratamento de sementes com antagonistas e inoculação do patógeno em mudas de cacauero (Silva et. al., 2012) e; 3) tratamento de raízes de mini estacas.

No primeiro experimento *in vivo*, folhas coletadas de plantas saudáveis e sanitizadas com álcool 70%, hipoclorito de sódio 2,5% e água estéril foram feridas na nervura central com um bisturi e discos de 1,5 cm de diâmetro foram cortados. Após, estes foram imersos nas suspensões dos antagonistas por cinco minutos e, posteriormente, arrumados com a nervura para cima

em caixas contendo espuma umedecida com água estéril, para simular uma câmara úmida, e incubadas a 28 °C em BOD, no escuro. Após 24 h, inoculou-se o Cc20, arrastando a gota pela nervura central do disco. Quatro dias depois se contou o número de peritécios formados na superfície dos discos. Os discos controle foram imersos em água estéril 24 h antes da inoculação com o Cc20. O experimento foi montado em DIC, com nove tratamentos (LEV023, LEV092, LEV161, LEV165, LEV166, LEV169, LEV170, LEV174 + testemunha) e 10 repetições contendo seis unidades experimentais.

No segundo experimento *in vivo*, sementes foram despeletizadas e colocadas para pré-germinação por 24 h em água corrente. Com a radícula emitida, as sementes foram mergulhadas nas suspensões dos antagonistas por 12 h e posteriormente plantadas em sacos contendo a mistura solo e substrato na proporção de 2:1, previamente esterilizada em autoclave por duas vezes consecutivas. Duas doses de 10 mL da suspensão de cada antagonista foram aplicadas aos 15 e aos 30 dias antes da inoculação do patógeno. Estando as mudas com 150 dias de idade, procedeu-se a inoculação de *C. cacaofunesta* no caule das plantas em incisão com bisturi, no sentido diagonal descendente acima do primeiro entrenó das plantas. A avaliação foi realizada 22 dias depois da inoculação do fitopatógeno, quantificando-se: número de plantas vivas; área da lesão nas plantas sobreviventes; peso da parte aérea e do sistema radicular e; altura e diâmetro das plantas. Este experimento foi disposto em blocos ao acaso, com oito tratamentos com antagonistas oriundos de folhas (LEV023, LEV092, LEV161, LEV165, LEV166, LEV169, LEV170 e LEV174), uma testemunha inoculada e uma testemunha absoluta, cada tratamento com nove repetições e cada repetição com cinco unidades experimentais.

Para o teste de antagonismo provocado por leveduras em mudas estaqueadas enraizadas em espuma fenólica, estacas coletadas de cacaueros dos clones CEPEC 2002, CCN51 e PS1319 foram colocadas para enraizar em espuma fenólica, sendo primeiro tratadas na base com ácido indol-butírico (AIB) e colocadas em câmara de nebulização para manter a atmosfera saturada a 100% de umidade relativa na superfície das folhas, por 15 segundos a

cada cinco minutos entre as 6 h e 18 h e por 15 segundos a cada hora das 18 às 6 h do dia seguinte (Sodré et al., 2012). Após 60 dias, quando se notava a presença de raízes, as mesmas foram cortadas rente à base da espuma fenólica com o auxílio de uma tesoura. O sistema radicular de 18 mudas de cada clone foi imerso por 24 h na suspensão de cada uma das leveduras. As suspensões de três diferentes isolados de leveduras: oriundos de folhas (LEV001, LEV034) e da flor (LEV101) foram calibradas em hemacitômetro à concentração de  $1 \times 10^8$  UFC/ml. O sistema radicular das testemunhas foi imerso em água destilada esterilizada por igual período. No dia seguinte foram escorridas as suspensões das leveduras das bandejas e os sistemas radiculares foram imersos por 24 h em 1 litro da suspensão do isolado Cc20 de *C. cacaofunesta*, incluindo as testemunhas (Magalhães et al., 2015). Durante todo o processo de inoculação as plantas permaneceram em câmara úmida. O delineamento experimental consistiu de blocos casualizados (cinco) com 30 plantas de cada um dos quatro clones: JACA, CCN 51, PS1319 e CEPEC 2002. Cada clone foi inoculado com os três isolados de leveduras (LEV034, LEV101 e LEV001), sendo que para o isolado 101 houve dois tratamentos: em um deles a inoculação foi realizada apenas no sistema radicular, e no outro, além desta inoculação, foi borrifado o ABC sobre a parte aérea de igual número de mudas. O número de plantas mortas foi avaliado e as médias comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ) no software SAS® 2004.

## Resultados e Discussão

No confronto com as leveduras, dos oito isolados testados, sete LEV23, LEV92, LEV161, LEV165, LEV166, LEV169 e LEV174 paralisaram completamente o crescimento do patógeno no 11º dia de avaliação, enquanto que ao 13º dia a testemunha (Cc20 sem confronto) tomou completamente a superfície da placa de Petri, com colônias de aproximadamente 80 mm de diâmetro – e destas, somente LEV165 e LEV174 controlaram o desenvolvimento das colônias de *C. cacaofunesta* a partir do décimo dia de avaliação. Todos os tratamentos foram estatisticamente iguais, mas diferiram significativamente da testemunha.

Analizando o aspecto das colônias, observou-se menor formação de peritécios e micélio nas colônias confrontadas quando comparadas à testemunha (Figura 1). Algum composto, volátil ou não, inibiu o desenvolvimento tanto vegetativo quanto reprodutivo do *C. cacaofunesta*. Sob esta perspectiva, pode-se dizer que houve inibição satisfatória por parte das leveduras testadas como antagonistas.

Mello et al. (2011) afirmam que, em seus experimentos, as leveduras apresentaram baixa eficiência para controle da podridão mole (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*). Em testes *in vitro*, Mello (2012) concluiu que dos 60 isolados testados nenhum inibiu satisfatoriamente o crescimento de *Acidovorax citrulli*, causador da mancha aquosa em meloeiro.

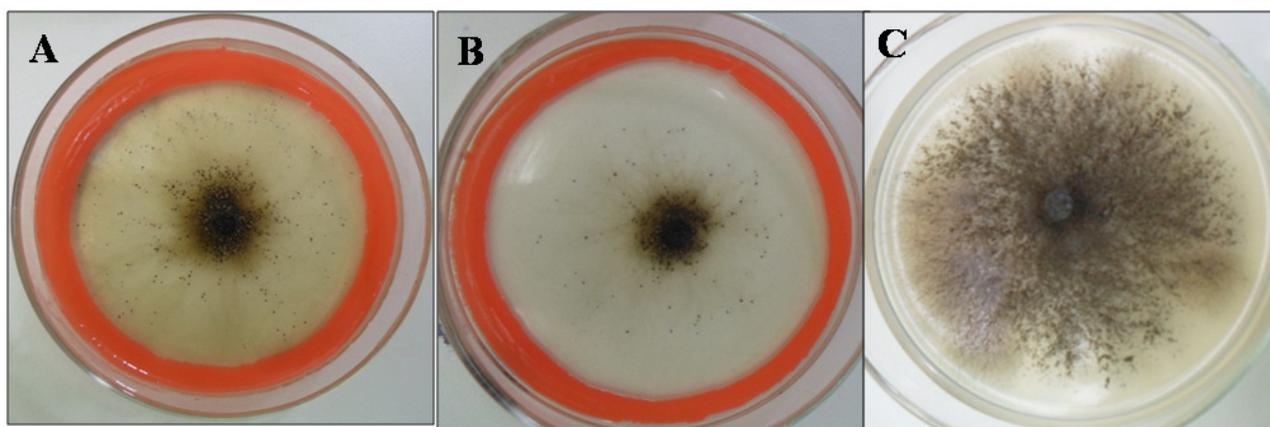


Figura 1 - Colônias de *Ceratocystis cacaofunesta* (isolado Cc 20) em confronto com isolados de leveduras no 13º dia de avaliação. Isolado LEV92 (A); isolado LEV170 (B); testemunha (C).

Todos os isolados de leveduras usadas como antagonistas inibiram, em maior ou menor porcentagem, a germinação de esporos do patógeno (Figura 2). Pode-se observar que a variação foi significativa para todos os isolados pela comparação de médias entre linhas. No entanto, não foi possível determinar qual concentração do secretoma seria ideal, uma vez que os resultados obtidos sugerem que cada isolado tem o seu melhor desempenho em concentrações específicas. A concentração de 90% dos secretomas das leveduras não foi a melhor para nenhum dos isolados e não deve ser usada em pesquisas posteriores, pois teve ação contrária ao esperado, diminuindo e não aumentando a inibição da germinação dos esporos do patógeno.

A porcentagem máxima de inibição em todo o experimento, 81,7% foi obtida pelo isolado LEV169 à concentração de 75% do secretoma, enquanto a menor foi de 32% com a LEV92 na concentração de 90% do secretoma. Cada isolado teve melhor atuação em determinada concentração do secretoma com destaque para o isolado de *Rhodospordium paludigenum* (LEV169) que em todas as concentrações esteve entre os isolados que causaram as mais altas porcentagens de inibição, variando de 81,7 (75% do secretoma) à 70% (90% do secretoma), demonstrando o alto potencial desta levedura para ser utilizada no controle biológico da Murcha de *Ceratocystis*.

Outra levedura que pode ser ressaltada é o isolado LEV170, também de *R. paludigenum*, que não foi distinto de LEV169 para as concentrações de secretoma entre 10 a 50%, causando inibições entre 73,3 e 76,8% da germinação de esporos de *C. cacaofunesta*. Portanto, estes dois isolados de *R. paludigenum*, entre os testados, são os que apresentam melhores potenciais para atuar como agente biocontrolador de *C. cacaofunesta*, pelo menos, atuando na redução da produção e germinação dos esporos deste patógeno.

As demais leveduras testadas tiveram o seu melhor desempenho a diferentes concentrações do secretoma. O isolado LEV92 foi o que menos inibiu a germinação do patógeno em todas as concentrações testadas, e seu melhor percentual de inibição foi de 60% à 50% de diluição do secretoma. Este isolado pertence à mesma espécie do LEV169 e ambos foram extraídos de folhas de cacauero, demonstrando haver variação na atuação de isolados da mesma espécie como agentes biocontroladores.

Souza et al. (2014) verificaram que as leveduras interferiram na produção de esporos de *Aspergillus ochraceus* e *A. carbonarius* isoladas do café em duas concentrações de suspensão de esporos dos antagonistas a 40 e 80%. Quando *Pichia burtonii* foi utilizada na maior concentração, houve um melhor efeito inibitório sobre o crescimento e a esporulação do patógeno. No presente trabalho, verificou-se que

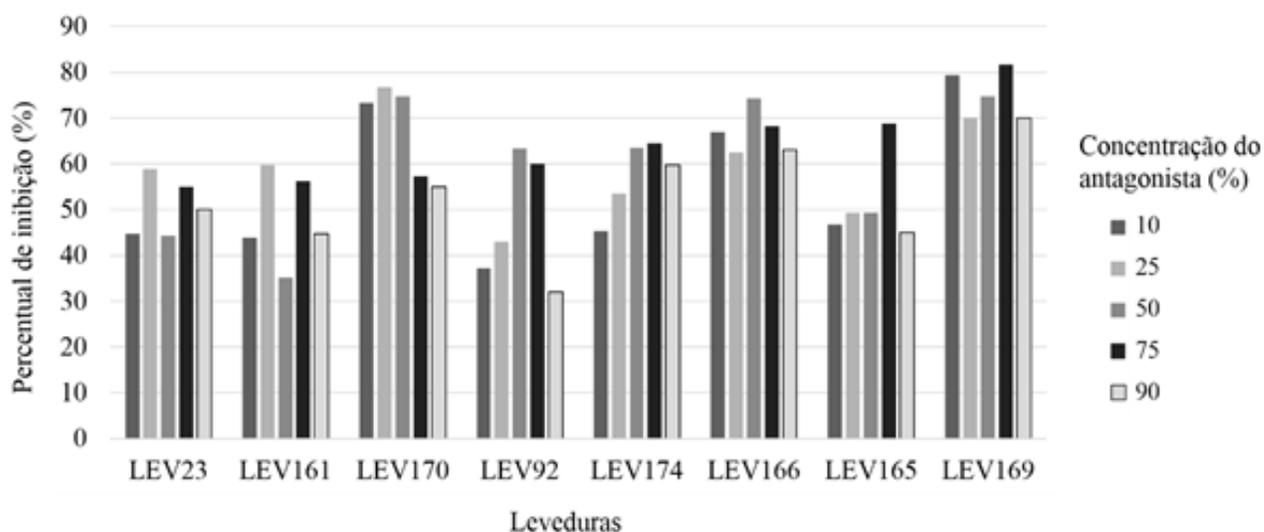


Figura 2 – Inibição da germinação de esporos de *Ceratocystis cacaofunesta* quando tratados com seis concentrações de secretoma das leveduras.

mesmo em baixas concentrações do antagonista houve inibição da germinação dos esporos, visto que a maior concentração não correspondeu aos melhores percentuais de inibição.

No experimento em discos de folhas o que apresentou melhor potencial biocontrolador entre as leveduras foi o isolado LEV170, que causou 89,7% de inibição na formação de peritécios pelo patógeno, seguido de LEV092, LEV174, LEV165, LEV23, LEV166, LEV161 e LEV169 que foram estatisticamente iguais, e apresentaram percentuais de inibição entre 68,3 e 84,7%. Portanto, todos os tratamentos diferiram da testemunha e inibiram o patógeno (Figura 3).

Fokkema e Meulen (1976) utilizando folhas de trigo, obtiveram reduções de 50% na infecção causada por *Septoria nodorum* com a aplicação de *Sporobolomyces roseus*, *Aureobasidium pullulans* e *Cryptococcus laurentii* var. *florescens*, residentes na filosfera de trigo. Enquanto em cacaueteiro, no presente trabalho, o percentual de inibição do patógeno foi superior aos destes autores, variando entre 68,3 e 89,7%, provocado pelos isolados LEV169 e LEV170, respectivamente, da levedura *R. paludigenum*.

Três isolados de leveduras (LEV034, LEV101 e LEV001) foram aplicados nas raízes (todos) e

também pulverizados na planta (LEV101) de mudas enraizadas em espuma fenólica (Figura 4) e inoculadas posteriormente imergindo as raízes na suspensão de esporos e fragmentos de micélio do patógeno. Nestas condições, LEV034 e LEV101 (A - pulverizado e aplicado na raiz) foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos, com percentuais de mortalidade de 15 e 15,9%, respectivamente. Os isolados LEV001 e LEV101 (B - somente aplicado na raiz) foram semelhantes entre si, com 19,5 e 20,4% de mortes, respectivamente (Figura 5). Das 113 plantas mortas, 29,2% foram da testemunha, que foi diferente dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estes valores indicam que houve redução da mortalidade das mudas em função do uso de leveduras.

O clone “Jaca” é resistente à Murcha de *Ceratocystis* (Silva et al., 2004), por este motivo, nenhuma das plantas morreu ao ser inoculada com o patógeno, quer tenham sido tratadas com leveduras ou não.

Em plântulas de meloeiro pulverizadas com isolados de *Rhodotorula aurantiaca* e *R. glutinis*, não foram observados sintomas da mancha aquosa provocada por *A. citrulli*, indicando 100% de controle da doença (Melo, 2012). Elencando que a pulverização de

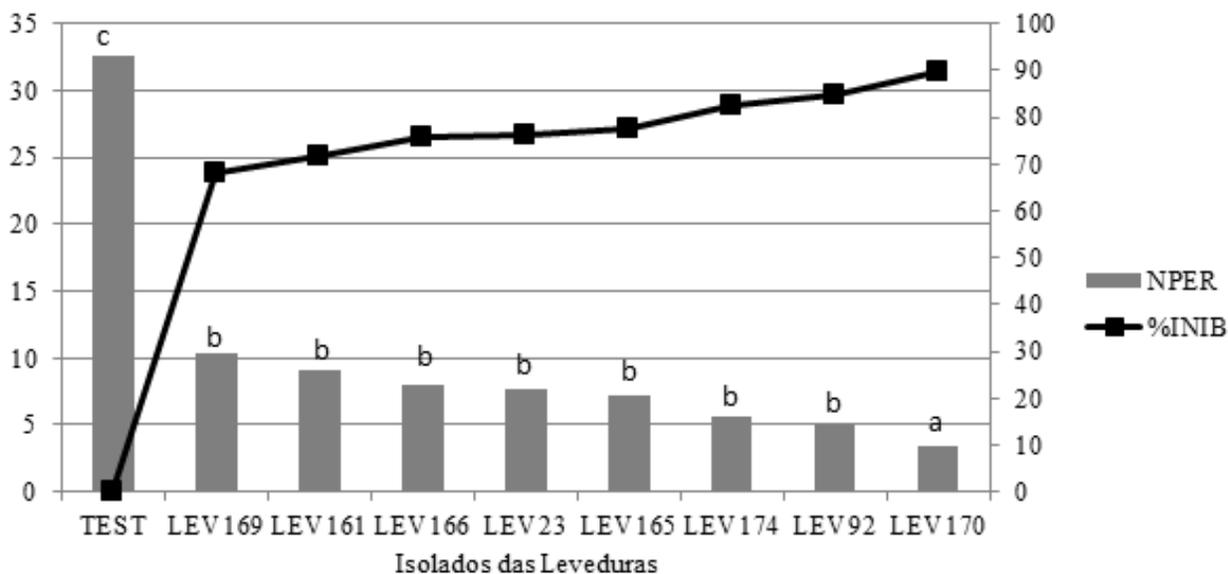


Figura 3 – Número médio de peritécios formados em 60 discos de folhas tratados com suspensão das leveduras na concentração de  $1 \times 10^8$  UFC/mL 24 h antes da inoculação com *Ceratocystis cacaofunesta* e porcentagem de inibição dos antagonistas em relação à testemunha inoculada com o patógeno.



Figura 4 - Mudas estaqueadas na câmara de nebulização para enraizamento.

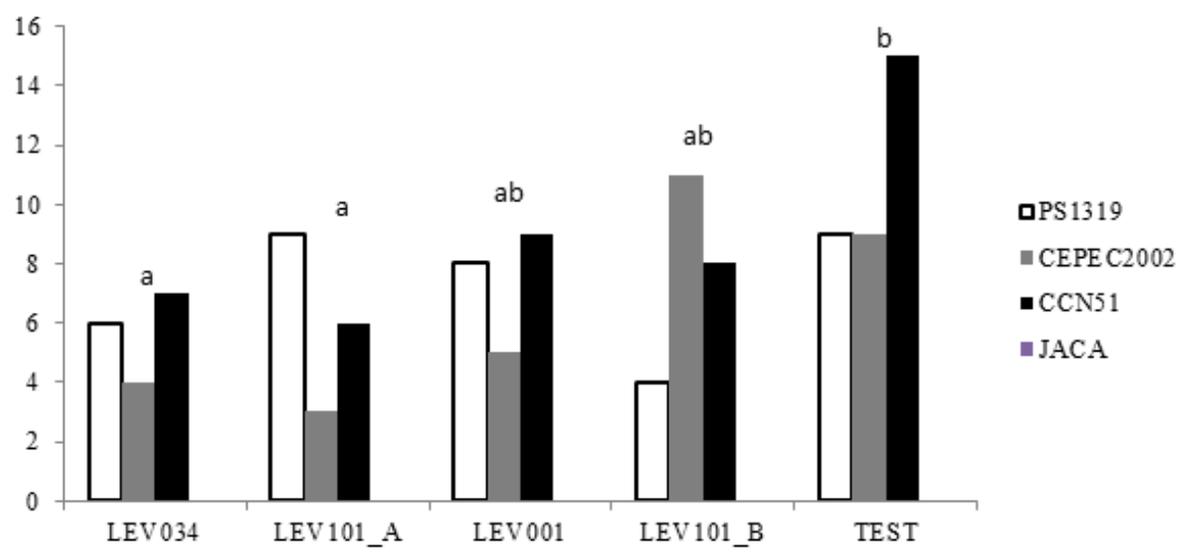


Figura 5 - Porcentagem de mudas enraizadas de quatro clones de cacauero mortas por *Ceratocystis cacaofunesta* mediante a presença dos isolados de leveduras, tendo como testemunha de resistência o cacau Jaca.

leveduras é uma metodologia que apresenta bons resultados de controle de patógenos, pois as mesmas colonizam a superfície da planta e impede ou reduz o estabelecimento de patógenos, assim como ocorreu pulverizando a planta com o isolado LEV101, que foi melhor do que quando somente aplicado na raiz.

Quando aplicadas as leveduras em plantas de CCN51 aos 150 dias de idade em condições de casa de vegetação, houve uma grande mortalidade das plantas em todos os tratamentos, com exceção da testemunha absoluta; na qual todas as plantas permaneceram sadias, até o 22º dia após a inoculação, quando foi feita a avaliação do experimento. O mesmo ocorreu nas duas repetições do experimento, realizadas no intervalo de sete dias entre uma e outra. Nenhum dos tratamentos diferiu da testemunha inoculada em relação ao número e porcentagem de plantas mortas pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ) e todos diferiram da testemunha absoluta. A porcentagem de plantas vivas variou para os tratamentos entre 6 % (LEV161) e 14% (LEV92), enquanto para a testemunha inoculada e para o tratamento LEV166, nenhuma planta sobreviveu.

É provável que as plantas ainda não estivessem no estágio de desenvolvimento adequado para inocular, provavelmente pela baixa luminosidade na casa de vegetação onde foram cultivadas, o que não permitiu aos caules adquirirem o diâmetro necessário para suportar a inoculação com o patógeno. Müller e Valle (2012) discutem que em plântulas de cacau, sob condições de câmara úmida, as folhas se desenvolvem melhor em alta intensidade luminosa, apresentando maior capacidade fotossintética do que aquelas desenvolvidas em baixa irradiação, refletindo no desenvolvimento de outros tecidos da planta, a citar o espessamento do caule. Também se deve considerar que o clone CCN 51 é altamente suscetível ao isolado Cc20 de *C. cacaofunesta* e que o método de aplicação das leveduras não permitiu que elas colonizassem os tecidos da planta onde o patógeno foi aplicado, tecido interno.

Melo (2012) tratou sementes de meloeiro com isolados de *Rhodotorula aurantiaca* e *R. glutinis*, o que resultou em plântulas com menor severidade dos sintomas da macha aquosa. Contudo, entre o tratamento de sementes e a aplicação de patógeno

houve apenas seis dias de diferença, enquanto no presente experimento a diferença foi de 150 dias, podendo este longo período entre tratamento de sementes e inoculação do patógeno ter influenciado nos resultados.

## Conclusões

Não é possível estabelecer uma concentração padrão do secretoma que abranja todos os isolados, sendo específica para cada um deles, alcançando os melhores percentuais de inibição com concentrações entre 10 e 75%. As leveduras testadas se mostraram eficientes em baixas concentrações do secretoma.

As leveduras não inibem o crescimento radial das colônias, mas, inibem a formação abundante de micélio e peritécios do patógeno.

Os isolados LEV034 e LEV101 da levedura *Rhodospiridium paludigenum* são promissores como agentes de controle biológico da Murcha de *Ceratocystis*.

## Agradecimentos

A CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas ao primeiro e ao último autor, à CEPLAC pelo financiamento da pesquisa, ao PPGPV/UESC, ao matemático e estatístico Lindolfo Pereira dos Santos Filho (CEPLAC), bem como a todos os colegas e funcionários da CEPLAC/CEPEC/SEFIT que colaboraram nessa pesquisa.

## Literatura Citada

- ALBUQUERQUE, P. S. B. et al. 2005. Doenças do cacau. In: Kimata, H. et al. Manual de fitopatologia. São Paulo, SP, Agronômica Ceres. pp. 156-195.
- ALVES, M. L. N. 2007. Avaliação do potencial de leveduras dos gêneros *Pseudozyma* e *Rhodospiridium* no controle biológico pós-colheita de bolores. Dissertação Mestrado. Lisboa, Universidade de Lisboa, Portugal. 121p.
- COELHO, A. R. et al. 2011. Avaliação do potencial antagonico de leveduras, visando biocontrole de

- deterioração por *Penicillium expansum*. Ciências Agrárias (Brasil) 32 (1):1879-1892.
- DENNIS, C.; WEBSTER, J. 1971. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. III - Hyphal interaction. Transactions of the British Mycological Society 57:368-369.
- FERREIRA, D. F. 2011. SISVAR versão 5.6: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (Brasil) 35(6):1039-1042.
- FERREIRA, E. M. S. et al. 2015. Avaliação da resistência de leveduras biocontroladoras à substâncias "GRAS" - (Generally Regarded As Safe). Journal of Bioenergy and Food Science 2 (4):178-182.
- FIALHO, M. B. 2004. Efeito *in vitro* de *Saccaromyces cerevisiae* sobre *Guignardia citricarpa*, agente causal da pinta preta dos citros. Dissertação Mestrado. Piracicaba, SP, USP. 70p.
- FOKKEMA, N. J.; MEULEN, V. D. 1976. Antagonism of yeast like phyllosphere fungi against *Septoria nodorum* on wheat leaves. Netherlands Journal of Plant Pathology 82:13-16.
- LU, L. et al. 2014. Effect of chitin on the antagonistic activity of *Rhodosporidium paludigenum* against *Penicillium expansum* in apple fruit. Postharvest Biology and Technology 92:9-15.
- MAGALHÃES, D. M. A. et al. 2015. Miniestaquia em espuma fenólica: nova ferramenta para avaliação de resistência a murcha de *Ceratocystis* em cacauero. Agrotropica (Brasil) 3:317-322.
- MAGALHÃES, D. M. A. et al. 2016. Leaf disc method for screening c vilt resistance in cacao. Tropical Plant Pathology 41:21-27.
- MELO, E. A. 2012. Eficácia de leveduras no biocontrole da mancha aquosa em meloeiro. Dissertação Mestrado. Recife, PE, UFRPE. 58p.
- MELLO, M. R. F. de. 2011. Uso de antibióticos e leveduras para controle da podridão-mole em couve-chinesa. Horticultura Brasileira 29(1): 78-83.
- MÜLLER, M. W.; VALLE, R. R. 2012. Ecofisiologia do cultivo do cacauero. In: Valle, R. R. Ciência, tecnologia e manejo do cacauero. 2ed. Brasília, DF, CEPLAC. pp. 31-66.
- OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. 2005. Identificação e manejo das principais doenças do cacauero no Brasil. Ilhéus, BA, CEPLAC. 132p.
- OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. 2012. Principais doenças do cacauero e seu manejo. In: Valle, R. R. Ciência, tecnologia e manejo do cacauero. 2ed. Brasília, DF, CEPLAC. pp. 187-275.
- PIMENTA, R. S. et al. 2009. Utilization of Yeasts in Biological Control Programs, Yeast Biotechnology: Diversity and Applications. Springer Science 1:200-212.
- SANCHES, 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, Bahia, UESC. 61p.
- SAS INSTITUTE. 2004. SAS/STAT 9.1 user's guide. 1ed. Sas Institute, Cary. 5136p.
- SILVA, S. D. V. M. et al. 2012. Resistência de progênies de cacauero à murcha-de-Ceratocystis. Tropical Plant Pathology (Brasil) 37 (3):191-195.
- 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 (Brasil) 29 (5):538-540.
- SODRÉ, G. A.; MARROCOS, P. C. L.; LEITE, J. B. V. 2012. Perspectivas para multiplicação do cacauero. In: Valle, R. R. Ciência, tecnologia e manejo do cacauero. 2ed. Brasília, DF, CEPLAC. pp. 391-406.
- SOUZA, M. L. et al. 2014. Fator pH e Inibição da Produção de Esporos de Fungos Toxigênicos em Co-Cultivo com Leveduras. In: Congresso Latinoamericano de Microbiologia e Higiene de Alimentos, 12°. Anais. São Paulo, SP, Editora Blucher. pp. 541-542.

- VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. V. 2000. Leveduras para o biocontrole de fitopatógenos. In: Melo, I. S.; Azevedo, J. L. Controle biológico. Jaguariúna, São Paulo, SP, Embrapa Meio Ambiente. pp. 41-56. ●

## VARIABILIDADE GENÉTICA DO CACAUEIRO COM BASE NO POLIMORFISMO DE HOMÓLOGOS DE GENES DE RESISTÊNCIA

*Brena Farias Santos<sup>1</sup>, Francisca Feitosa Jucá Santos<sup>1\*</sup>, Hellen Lazaro Melo<sup>1</sup>, Uilson Vanderlei Lopes<sup>2</sup>, Karina Peres Gramacho<sup>2</sup>, José Luís Pires<sup>2</sup> e Dário Ahnert<sup>3</sup>*

<sup>1,3</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz/Programa de Pós graduação em Genética e Biologia Molecular, Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil, [chicafeitosa@yahoo.com.br](mailto:chicafeitosa@yahoo.com.br). <sup>2</sup>Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/Centro de Pesquisas do Cacau/Seção de Melhoramento Genético do Cacau, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 22, 45.600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil

\*Autor para correspondência: [chicafeitosa@yahoo.com.br](mailto:chicafeitosa@yahoo.com.br)

O objetivo deste estudo foi avaliar a diversidade genética de um conjunto de 57 clones de cacau, representativos do material genético utilizado para cultivo na Bahia. Foram utilizados 12 primers de homólogos de genes de resistência (RGHs) para amplificar fragmentos de DNA, os quais foram separados em gel de acrilamida não desnaturante a 6%. Os dados de bandas coletados no gel foram analisados usando os Softwares GENES e SAS. Dos 12 primers, dez amplificaram e sete demonstraram polimorfismo. Um total de 79 marcas distintas de ssDNA foram geradas, com média de 7,9 marcas/primer. As estimativas de distâncias genéticas variaram de 0,0253 a 0,3797, com média de 0,2036. O nível de heterozigose variou de 20 a 90%. Observou-se dispersão relativamente elevada, em escalas multidimensionais (MDS), mas não foi observado nenhum agrupamento com base nos grupos genéticos existentes ou com base na resistência e suscetibilidade dos clones. Os dados mostraram a presença de seis marcas únicas RGHs-SSCP em clones suscetíveis e dez em clones resistentes. Estes resultados podem auxiliar em futuros cruzamentos e seleções entre clones no programa de melhoramento do cacau.

**Palavras-chave:** SSCP, *Theobroma cacao* L., vassoura-de-bruxa.

**Genetic diversity of cacao based on polymorphism of homologues of resistance genes.** The objective of this study was to evaluate the genetic diversity of a set of 57 cocoa clones, representative of the genetic material used for cultivation in Bahia. Twelve resistance genes homologues (RGHs) primers were used to amplify DNA fragments, which were separated on 6% non-denaturing acrylamide gel. The data collected on the gel were analyzed using the GENES and SAS Software. Of the 12 primers, 10 amplified and 7 demonstrated polymorphism. A total of 79 distinct ssDNA bands on the gel were generated, with a mean of 7.9 bands / primer. Estimates of genetic distances ranged from 0.0253 to 0.3797, with an average of 0.2036. The level of heterozygosity ranged from 20 to 90%. Relatively high dispersion of genotypes was observed at multidimensional scales (MDS), but no clustering was observed based on the existing genetic groups or based on the resistance and susceptibility of the clones. The data showed the presence of six unique RGHs-SSCP bands in susceptible clones and 10 in resistant clones. These results may aid in future crosses and selections between clones in the cacao breeding program.

**Key words:** SSCP, *Theobroma cacao* L., witches' broom.

## Introdução

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é cultivado em cerca de 119 países tropicais (FAO, 2015), sendo uma espécie de grande importância econômica e social utilizada para produção de amêndoas, que constituem a matéria prima do chocolate. Seu cultivo ocorre entre as latitudes 20°N e 20°S (Bartley, 2005), em regiões com temperaturas médias mensais na faixa de 18 a 32°C e precipitações pluviométricas variando de 1.150 a 2.500 mm anuais. O cacau pertence à família Malvaceae e a ordem Malvales (Alverson et al., 1999), sendo uma planta perene, arbórea, alógama e dicotiledônea, nativa das florestas tropicais úmidas das Américas Central e norte da América do Sul, com seu centro de origem mais provável na região das nascentes dos rios Amazonas e Orinoco (Bartley, 2005). Inicialmente a espécie foi dividida em três grandes grupos genéticos: Crioulo, Trinitário e Forasteiro Amazônico (Cheesman, 1944). Recentemente, o número de grupos de cacau foi ampliado para 10 (Motamayor et al., 2008), mas a classificação dos germoplasmas nos três grupos originais ainda é a mais usada.

Uma descrição detalhada e bastante completa das várias populações de cacau das Américas, dos seus híbridos e da amplitude da diversidade genética encontrada na espécie, com base em características botânico-morfológicas e agrônômicas, foi realizada por Bartley (2005). Também, foram realizados vários estudos com base em marcadores moleculares genômicos RAPD, AFLP, SSR, SNP (Faleiro et al., 2001, Yamada et al. 2003, Efombagn et al., 2008; Motamayor, et al., 2008; Ji et al., 2013), o que contribuiu para melhorar o entendimento da diversidade genética existente na espécie e também para dirigir cruzamentos e seleção de cultivares.

Marcadores moleculares derivados de regiões conservadas de homólogos de genes de resistência (RGH), tais como o sítio de ligação de nucleotídeo (NBS), a repetição rica em leucina (LRR) e quinases constituem-se numa forma direta de abordagem de genes de resistência em plantas (Kuhn et al., 2003). Estes autores isolaram 74 marcadores moleculares RGHs em cacau que foram classificados em 11 categorias. A partir de *primers* específicos para cada categoria, usando a técnica de Polimorfismo

Conformacional de Fita Simples (SSCP) (Spinard et al., 1991), RGHs foram mapeados em uma população F<sub>2</sub> segregando para resistência à vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*). Um destes RGHs foi mapeado no mesmo grupo de ligação em que foi encontrado um QTL para resistência à vassoura-de-bruxa (RGH2) (Faleiro et al., 2006) e três foram localizados em grupo de ligação em que foi mapeado um QTL para resistência à podridão-parda (*Phytophthora palmivora*) (RGH1, RGH4 e RGH5) (Lanaud et al., 2004).

Neste trabalho foram utilizados marcadores RGHs objetivando i) avaliar o nível de diversidade genética entre clones de cacau resistentes e suscetíveis à vassoura-de-bruxa; ii) identificar marcas (alelos) RGH-SSCP exclusivas de clones resistentes e suscetíveis; e iii) avaliar o nível de heterozigose dos locos RGHs de clones de cacau.

## Material e Métodos

### Obtenção do material genético

Foram analisados 57 clones de cacau, implantados em experimentos de competição de clones pela CEPLAC, CEPEC, Ilhéus-BA (Tabela 1); dentre eles, controles resistentes e suscetíveis à vassoura-de-bruxa, incluindo 21 clones representativos da diversidade que existe na espécie, denominados clones âncoras (Pires, 2003; Yamada et al., 2003) e 36 clones selecionados por produtores como resistentes à vassoura-de-bruxa.

### Extração de DNA genômico, amplificação dos marcadores RGHs e eletroforese em gel de acrilamida SSCP a 6%.

O DNA de cada clone de cacau foi extraído a partir de folhas jovens utilizando o método CTAB (Doyle & Doyle, 1990) com algumas modificações (Faleiro et al., 2002). A integridade do DNA foi analisada em eletroforese em gel de agarose e a concentração foi verificada com Espectrofotômetro 260 nm Cary Winv 50 (software RNA e DNA) e diluídas para 10ng/mL. Doze *primers* RGHs foram utilizados para genotipagem dos clones, desenvolvidos para cada categoria de RGHs identificados em cacau, desenhados por Kuhn et al. (2003) a partir de regiões conservadas de genes.

Tabela 1. Lista de clones selecionados por produtores e considerados âncoras para estudo de diversidade em genes candidatos à resistência a doenças no cacauero e respectivos grupos genéticos

Tipo	Clones	Grupo Genético
Seleção de Produtores	AM 01; AM 02; BB 1.33; BB 6018; BB 6020; CSF 22; FADA 100; FL 16; FL 60; FLN 30; FSU 1; FSU 151; FSU 77; GM 33; M 05; NV 22; PAT 118; PAT 84; PB 617; PH 16; RT 06; RT 09; RT 106; RVID 08; RVID 12; SJ 02; SM 06; T 11; TR 15; TR 35; VB 515; VB 547; VB 679; VB 892; VB 900; VB 902	Híbrido
Âncoras	EET 392; EET 399 C.SUL 3; MO 20; RB 36 ICS 1; ICS 32 CCN 10 OC 67 IMC 67; POUND 4B; POUND 7; Sca 6; MOQ 216; NA 33 MA 16; SIAL 169; SIC 23 TSH 1188; TSH 516; TSH 565	Nacional Equador Amazônicos Trinitário Híbrido Crioulo Alto Amazônico Baixo Amazônico Híbridos Sca

Os padrões eletroforéticos entre acessos suscetíveis e resistentes foram comparados para os 12 *primers* RGHs, verificando-se a presença de marcas únicas (exclusivas) para cada *primer* em um grupo de indivíduos que apresentam algum nível de resistência (C.SUL 3, VB 679, TSH 565, EET 392, RB 36, FLN 30 e OC 67) e suscetibilidade (SIC 23, SIAL 169 e ICS 1) à vassoura-de-bruxa do cacauero. O polimorfismo dos 12 marcadores RGHs foi caracterizado a partir do número de fragmentos de ssDNA gerados.

#### **Análise de diversidade genética e índice de heterozigose**

A diversidade genética entre os clones foi realizada por meio de estimativas de dissimilaridades genéticas obtidas de análises multivariadas utilizando-se o índice de similaridade de Jaccard, disponível no Programa GENES (Cruz, 1997). Definida a matriz de distâncias genéticas (matriz de dissimilaridade), o espaço multidimensional foi reduzido a tridimensional pelo método Multidimensional Scaling-MDS usando o programa SAS, e este apresentado em representação gráfica, obtida por SAS G3D (SAS Institute 2000). O nível de heterozigose de cada acesso foi calculado baseado na relação entre o número de locos em heterozigose e o número total de locos analisados.

## **Resultado e Discussão**

Dos 12 *primers* flangeadores de regiões conservadas de genes RGHs, dez amplificaram e, destes, sete tiveram todas as marcas polimórficas nos 57 clones estudados (Tabela 2). Obtiveram-se 79 marcas distintas de ssDNA, com média de 7,9 marcas por *primer*, e variação de 4 a 16 marcas para o RGH10 e o RGH3BC, respectivamente. O número elevado de alelos por *primer* para as regiões testadas confirma, em cacau, o que já havia sido encontrado em espécies de tabaco para os genes RGHs (Leng et al., 2010). O polimorfismo encontrado pelo uso da técnica SSCP, neste conjunto de clones de cacau, foi superior ao encontrado por vários autores que utilizaram marcadores genômicos (Faleiro et al. 2004, Santos et al. 2005).

Seis dos dez marcadores RGHs amplificados geraram marcas ssDNA específicas, encontradas somente em plantas resistentes ou somente em plantas suscetíveis (Tabela 3). O grupo de genótipos resistentes, com marcas únicas, poderia ser cruzado objetivando uma possível piramidação de genes de resistência. Considerando-se que todas as seis marcas representam alelos diferentes e que os RGHs encontram-se em tandem, isso facilitaria a piramidação de genes. No grupo de genótipos suscetíveis, as marcas exclusivas poderão estar relacionadas com alelos que respondem a raças específicas do patógeno, algo que precisaria ser testado.

Tabela 2. Polimorfismos encontrados nos 10 primers RGHs, a partir do número de marcas (ssDNA) geradas, número de marcas polimórficas e monomórficas, percentual de polimorfismo e média de marcas por *primer*

<i>Primer</i>	Nº marcas geradas	Nº marcas polimórficas	Nº marcas monomórficas	% Polimorfismo
RGH1	6	6	0	100
RGH2	7	7	0	100
RGH3A	6	6	0	100
RGH3BC	16	16	0	100
RGH4	6	6	0	100
RGH5	8	6	2	75
RGH6	7	7	0	100
RGH7	8	6	2	75
RGH8	11	11	0	100
RGH10	4	2	2	50
Média	7,9	7,3	0,6	90

Tabela 3. Representação esquemática de marcas ssDNA amplificadas por primers RGHs que caracterizaram grupos de clones de cacau suscetíveis e resistentes a doenças. Os RGHs listados foram aqueles que amplificaram apenas marcas (M) características para clones de grupos distintos de resistência, e a numeração das marcas M representam a posição da mobilidade eletroforética de cada uma por *primer*

<i>Primers</i>	Clones Suscetíveis			Clones Resistentes						
	SIC 23	SIAL 169	ICS 1	C.SUL 3	VB 679	TSH 565	EET 392	RB 36	FLN 30	OC 67
RGH1					RGH1_M1		RGH1_M5			
RGH2	RGH2_M7	RGH2_M6 RGH2_M7	RGH2_M6							
RGH3BC	RGH3BC_M4 RGH3BC_M9	RGH3BC_M4 RGH3BC_M9	RGH3BC_M4 RGH3BC_M10	RGH3BC_M14 RGH3BC_M16	RGH3BC_M1 RGH3BC_M2					
RGH4					RGH4_M6					
RGH5								RGH5_M5	RGH5_M2	RGH5_M1 RGH5_M2
RGH7	RGH7_M8	RGH7_M8								

As estimativas de dissimilaridade genética baseadas em marcadores RGH-SSCP, geradas a partir de 1596 pares de combinações dos 57 acessos estudados, variaram de 0,0253 a 0,3797, com média de 0,2036. Grande parte dos pares de genótipos variou de 0,15 a 0,25 de dissimilaridade, apresentando uma tendência de distribuição normal (Figura 1). Em estudo de diversidade genética com 270 acessos de cacau de diferentes origens, baseado em RAPD (15 acessos idênticos ao deste trabalho), observou-se uma variação

da distância genética de 0,000 a 0,5691, com média de 0,310 (Marita et al., 2001). Faleiro et al. (2004) analisando 30 acessos de cacau, baseado em SSR (16 clones idênticos ao deste trabalho) encontraram distâncias genéticas de 0,13 a 0,71. Tanto com o marcador RAPD quanto com o SSR as análises indicaram alta variabilidade entre os clones com elevadas amplitudes de distâncias genéticas, o que não foi observado neste estudo com marcador RGH-SSCP.

Na análise dos 21 clones considerados âncoras verificou-se existir alta similaridade genética entre os

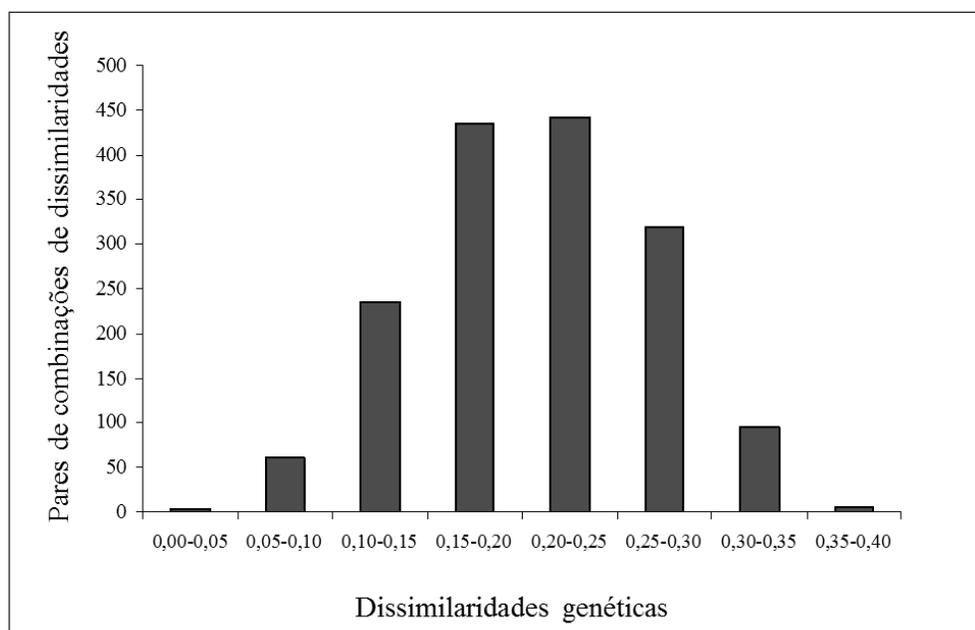


Figura 1. Histograma da distribuição de frequências das dissimilaridades genéticas dos pares de genótipos.

mesmos 81% (0,1909), apesar de serem de diferentes origens geográficas (Tabela 4). Este índice de similaridade é superior a valores encontrados com marcadores genômicos (Marita et al., 2001; Yamada et al., 2003; Faleiro et al., 2004). Elevado índice de similaridade genética 79% (0,2112) foi encontrado também para os 36 clones selecionados por produtores, contudo menor do que os clones âncoras, possivelmente devido terem genitores em comum (Yamada et al., 2003). Como a amplificação destes fragmentos RGHs é feita em regiões conservadas, esperava-se existir realmente maior similaridade genética. Por outro lado, as diferenças existentes entre os mesmos poderão ser importantes para seleções de níveis diferenciados de resistência entre clones de cacauzeiros.

Tabela 4. Dissimilaridades médias dos grupos de clones estudados (Conjunto, seleções por produtores e âncoras) e destes grupos em relação ao Sca 6

Grupos	Dissimilaridade Médias
Conjunto	0,2036
Seleções	0,2112
Âncoras	0,1909
Conjunto X Sca 6	0,1668
Seleções X Sca 6	0,1733
Âncoras X Sca 6	0,1633

O clone Sca 6 é um dos principais genitores das plantas resistentes à vassoura-de-bruxa selecionadas em fazendas na região Sulbaiana (Yamada, et al., 2003; Faleiro et al., 2004) e possui um gene de efeito maior que controla a resistência (Faleiro et al., 2006). Analisando o gráfico de dispersão dos clones, percebe-se que o Sca 6, os clones Alto Amazônicos, os Baixo Amazônicos, os Trinitários e aqueles selecionados por produtores estão dispersos por todo o plano multidimensional, sem agrupamentos característicos (Figura 2A e 2B). Possivelmente estes resultados são devidos ao tipo de marcador, que não se baseia no genoma como um todo e sim em regiões conservadas e específicas não sendo adequado para diferenciar grupos. Contudo, a identificação de pequenas diferenças nucleotídicas nos fragmentos RGHs possibilita a formação de conformações de DNA diferenciadas detectadas nos géis entre os clones e, estas conformações podem mostrar-se representativas de possíveis alelos alternativos para características de interesse ao melhoramento genético do cacauzeiro (Lanaud et al., 2004), como a resistência à vassoura-de-bruxa e podridão-parda.

O índice de heterozigose nos clones estudados variou de 20 a 90%, correspondendo aos clones VB 892 e FSU 77, respectivamente (Tabela 5). Dos clones

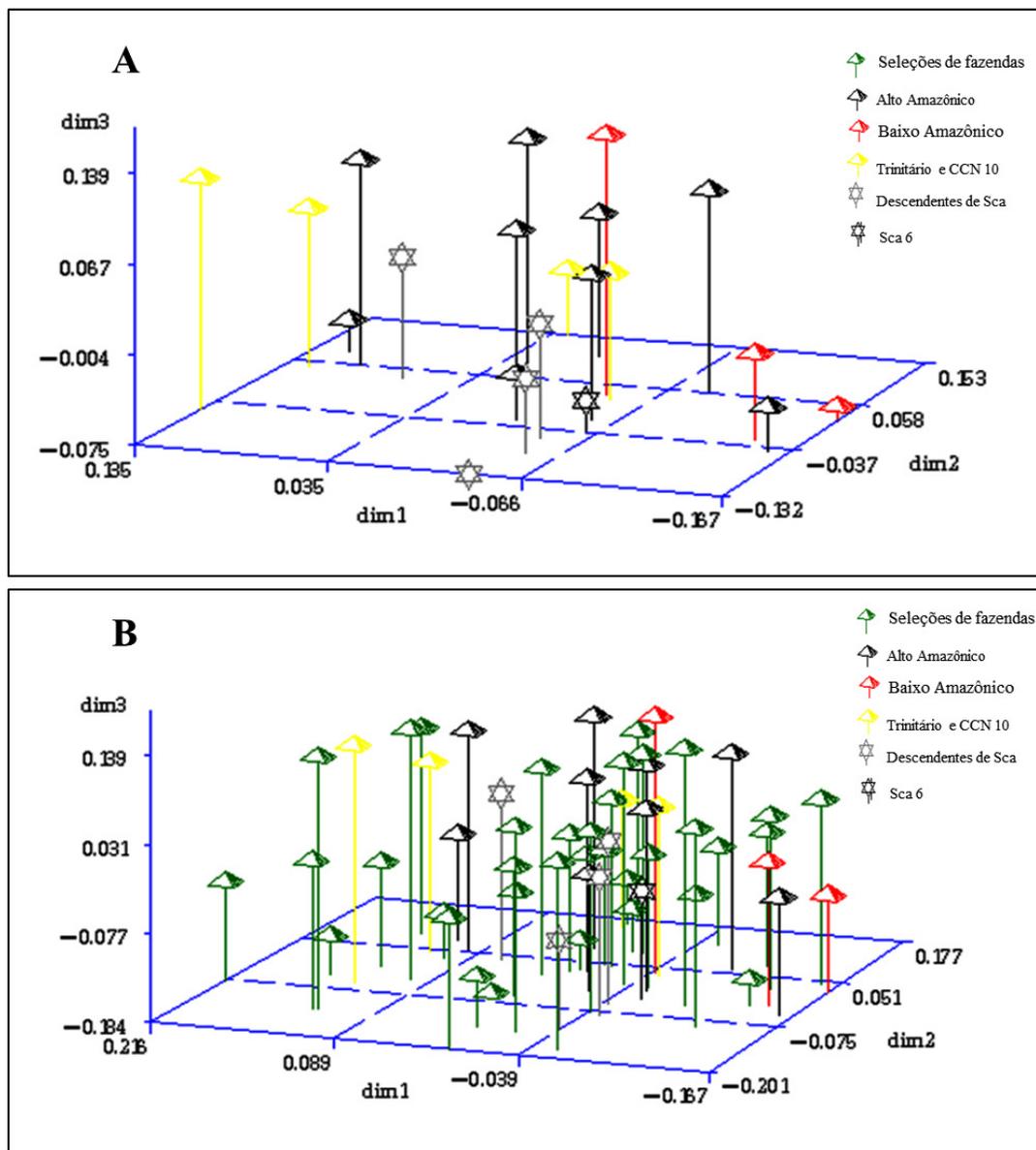


Figura 2. **A** - Dispersão dos grupos raciais de clones de cacauero considerados representantes da diversidade da espécie (Alto e Baixo Amazônicos, Trinitário e CCN 10, Sca 6 e seus descendentes), baseada na análise de escalas multidimensionais (MDS) das distâncias genéticas. **B** - Dispersão dos clones de cacauero incluindo-se os clones selecionados em fazendas, baseada na análise de escalas multidimensionais (MDS) das distâncias genéticas.

analisados, 35 (61%) apresentaram um índice de heterozigose acima de 50% para os 10 locos RGHs. Dezesesseis clones apresentaram índice de heterozigose abaixo de 50% para os 10 RGHs e seis clones tiveram índice de heterozigose de 50% para os locos estudados. Estes resultados mostram um elevado índice de heterozigose, possivelmente devido ao cacauero ser uma planta alógama. Também, ao analisar a disposição física e estrutural das regiões dos genes de resistência,

verifica-se que após as regiões conservadas seguem-se regiões muito variáveis responsáveis pelas diversas funções dos mecanismos de defesa da planta (Vidhyasekaran, 2008). Além disso, como os homólogos de genes de resistência estão em cluster no genoma, é possível que alguns genes sejam funcionais e outros sejam reservatórios de mutação dando elevado índice de heterozigose para os locos RGHs nos clones estudados.

Tabela 5. Nível de Heterozigose de cada clone em relação aos 10 locos RGHs. Determinando a quantidade de locos heterozigotos, homozigotos e perdidos, além do nível de heterozigose dos clones

	Quantidade de Locos			
	Heterozigotos	Homozigotos	Perdidos	% Heterozigose
AM 01	5	4	1	55,56
AM 02	4	6	0	40
BB 1.33	7	3	0	70
BB 6018	7	3	0	70
BB 6020	7	3	0	70
CCN 10	7	3	0	70
CSF 22	5	5	0	50
OC 67	4	4	2	50
EET 392	3	4	3	42,86
FADA 100	7	3	0	70
RB 36	5	4	1	55,56
FL16	6	3	1	66,67
FL 60	7	2	1	77,78
FLN 30	7	3	0	70
MO 20	6	3	1	66,67
FSU 13	6	4	0	60
FSU 151	8	2	0	80
FSU 77	9	1	0	90
GM 33	5	4	1	55,56
ICS 1	2	6	2	25
IMC 67	3	7	0	30
M 05	4	5	1	44,44
NV 22	4	6	0	40
NA 33	5	5	0	50
MA 16	4	5	1	44,44
PAT 118	6	3	1	66,67
PAT 84	3	4	3	42,86
PB 617	5	3	2	62,5
PH 16	4	5	1	44,44
POUND 4B	4	6	0	40
POUND 7	4	6	0	40
EET 399	6	2	2	75
ICS 32	5	2	3	71,43
RT 06	5	5	0	50
RT 09	6	4	0	60
RT 106	5	4	1	55,56
RVID 08	7	3	0	70
RVID 12	6	2	2	75
Sca6	6	2	2	75
C.SUL 3	6	4	0	60
SIAL 169	8	2	0	80
SIC 23	8	1	1	88,89
SJ 02	4	5	1	44,44
MOQ 216	4	4	2	50
SM 06	5	4	1	55,56
T 11	7	2	1	77,78
TR 15	3	6	1	33,33
TR 35	6	4	0	60
TSH 1188	4	4	2	50
TSH 516	6	3	1	66,67
TSH 565	6	2	2	75
VB 515	7	1	2	87,5
VB 547	7	3	0	70
VB 679	7	3	0	70
VB 892	2	8	0	20
VB 900	4	5	1	44,44
VB 902	2	6	2	25

## Conclusões

As análises de diversidade genética baseadas em marcadores gênicos (RGHs) mostraram que os clones considerados âncoras são menos divergentes geneticamente quando foram comparados com análises por marcadores genômicas como RAPD, AFLP e SSR. Os clones selecionados por produtores foram também muito similares entre si e ao Sca 6. Esta alta similaridade entre os clones possivelmente é devida à amplificação de regiões conservadas em genes de resistência a doenças de plantas.

Foram identificadas marcas RGH-SSP exclusivas de clones suscetíveis, o que requer novos estudos com outras populações de cacauzeiros para testar a hipótese de ligação gênica

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fornecimento de bolsa de estudo. Agradecemos também a CEPLAC por disponibilizar o material genético utilizado no estudo.

## Literatura Citada

- ALVERSON, W. S. et al. 1999. Phylogeny of the core Malvales: evidence from *ndhF* sequence data. *American Journal of Botany* 86:1474-1486.
- BARTLEY, B. G. D. 2005. The genetic diversity of cacao and its utilization. Wallingford, CABI Publishing. 341p.
- CHEESMAN, E. E. 1944. Notes on the nomenclature, classification and possible relationship of cocoa population. *Tropical Agriculture* 218:144-159.
- CRUZ, C. D. 1997. Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa. 442p
- DOYLE, J. C.; DOYLE, J. L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12:13-15.
- EFOMBAGN, M. I. B. et al. 2008. Genetic diversity and structure of farm and GenBank accessions of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Cameroon revealed by microsatellite markers. *Tree Genetic Genome* 4:821-831.
- FALEIRO, F. G. et al. 2001. Caracterização de variedades clonais de *Theobroma cacao* L. com base em marcadores RAPD, AFLP e Microsatélites. *Agrotrópica (Brasil)* 13:79-86.
- FALEIRO, F. G. et al. 2002. Otimização da extração e amplificação de DNA de *Theobroma cacao* L. visando a obtenção de marcadores moleculares RAPD. *Agrotrópica (Brasil)* 14:31-34.
- FALEIRO, A. S. G. et al. 2004. Variability in cacao selected by producers for resistance to witches' broom based on microsatellite markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 4:290-297.
- FALEIRO, F. G. et al. 2006. Mapping QTLs for witches' broom (*Crinipellis pernicioso*) resistance in cacao (*Theobroma cacao* L.). *Euphytica* 149:227-235.
- JI, Q. et al. 2013. Molecular mechanism of quinone signaling mediated through S-quinonization of a YodB family repressor QsrR. *PNAS* 26:5010-5015.
- KUHN, D. N. et al. 2003. Resistance gene homologues in *Theobroma cacao* as useful genetic markers. *Theoretical Applied Genetics* 107:191-202.
- LANAUD, C. et al. 2004. Characterisation and genetic mapping of resistance and defence gene analogs in cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Molecular Breeding* 13: 211-227.
- LENG, X. et al. 2010. Identification of NBS-Type resistance gene homologs in tobacco genome. *Plant Molecular Biology Reporter* 28:152-161.
- MARITA, J. M. et al. 2001. Analysis of genetic diversity in *Theobroma cacao* L. with emphasis on witches' broom disease resistance. *Crop Science* 41:1305-1316.
- MOTAMAYOR, J. C. et al. 2008. Geographic and generic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao*, L.). *Plos One* 3(10):1-8.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA - FAO. 2015. FAOSTAT Agriculture Data. Disponível em <http://faostat.fao.org>. (Acesso em 17 de setembro de 2015).
- PIRES, J. L. 2003. Avaliação quantitativa e molecular de germoplasma para o melhoramento do cacauzeiro com ênfase na produtividade, qualidade de frutos e resistência a doenças. Tese Doutorado. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa. 328p.
- SANTOS, R. C. et al. 2005. Assessment of genetic diversity on a sample of cocoa accessions resistant to witches' broom disease based on RAPD and pedigree data. *Bragantia (Brasil)* 64 (3):361-368.
- SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). 2000. SAS/STAT user's guide. Cary, CD-ROM.
- SPINARDI, L.; MAZARS, R.; THEILLET, C. 1991. Protocols for an improved detection of mutations by SSCP. *Nucleic Acids Research* v.19. 14p.
- YAMADA, M. M. et al. 2003. Genetic variability and heterozygosity of cocoa accessions of Parinari (Pa) population, based on microsatellite markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 3:289-296.
- VIDHYASEKARAN, P. 2008. Fungal pathogenesis in plants and crops molecular biology and host defense mechanisms. 2. ed. Boca Raton, CRC Press. 509p. ●

## DIVERSIDADE DE FUNGOS EM ESPÉCIES NATIVAS E CULTIVADAS DE ORQUÍDEAS NO SUL DA BAHIA

*Cristiane D. dos Santos<sup>1,2\*</sup>, Roberval O. da Silva<sup>1</sup>, Eliane L. Candeias<sup>1</sup>, Nadja S. Vitória<sup>3</sup>, Edna Dora M. N. Luz<sup>4</sup> e José Luiz Bezerra<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/ Centro de Ciências, Agrárias e Biológicas, Rua Rui Barbosa, 710, 44.380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. <sup>2</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz/Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, 45662-900, Ilhéus, BA, Brasil. <sup>3</sup>Universidade do Estado da Bahia/Departamento de Educação, Rua do Gangorra, nº 503, 48.608-240, Bairro Alves de Souza, Paulo Afonso, BA, Brasil.

<sup>4</sup>Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC)/CEPEC, km 22 Rodovia Ilhéus/Itabuna, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil.

\*Autor para correspondência: [agrocristiane@yahoo.com.br](mailto:agrocristiane@yahoo.com.br)

As orquídeas são uma riqueza botânica singular pela grande diversidade e beleza de suas espécies muito apreciadas na floricultura. Apesar de rústicas são hospedeiras de muitos fungos, alguns deles patogênicos. Este trabalho teve como objetivos: estudar a diversidade dos fungos encontrados nas orquídeas silvestres e cultivadas do sul da Bahia e a quantificação dessas espécies fúngicas encontradas nas orquídeas estudadas de acordo com os locais, os gêneros botânicos e época do ano. Foram realizadas doze coletas em seis municípios diferentes, divididas nos períodos de maior e menor índice pluviométrico. O isolamento e a identificação foram feitos no Laboratório de Biodiversidade de Fungos da CEPLAC. Constatou-se maior abundância e diversidade de fungos no período de dezembro de 2010 a janeiro de 2011 do que no período de junho a setembro de 2011. Foram encontrados numerosos fungos patogênicos, endofíticos e sapróbios em orquídeas no Sul da Bahia, dos quais 12 são novos registros para a ciência quanto à distribuição geográfica e/ou ocorrência em novos hospedeiros. Um total de 24 espécies de fungos foi observado nos dois períodos de coleta.

**Palavras-chave:** Epifitismo, endofitismo, fungos, Orchidaceae

**Diversity of fungi on wild and cultivated orchids in Southern Bahia.** Orchids are considered a rich treasure to the world of botany due to its diversity and beauty which is prized by floriculture. Despite being considered relatively rustic they are hosts to many fungi including pathogenic species. The scope of this paper was: to study the diversity of fungi in wild and cultivated orchids in Southern Bahia, and the quantification of these fungal species found in orchids studied in relation to local, plant genera and time of the year. Twelve samples were collected in six different municipalities during periods of high and low rainfall. Isolations and identifications were made in the Laboratory of Fungal Biodiversity of CEPLAC, Ilhéus, Bahia, Brazil. Abundance and diversity of fungi were higher during December 2010 and January 2011. Numerous pathogenic, endophytic and saprobic fungi were found in orchids in Southern Bahia, of which 12 are new records for science regarding the geographical distribution and / or occurrence in new hosts. A total of 24 fungal species were collected for the two periods of collection.

**Key words:** Epiphytism, endophytism, fungi, Orchidaceae

## Introdução

A família Orchidaceae tem aproximadamente 899 gêneros, mais de 27.000 espécies aceitos e 120.000 híbridos (The Plant List 2017). O Brasil possui 220 gêneros, sendo 27 endêmicos e 2475 espécies, das quais 1589 são endêmicas. É o país com maior diversidade e quantidade de orquídeas juntamente com a Colômbia e a Venezuela (Flora do Brasil 2020, 2018). O comércio dessas plantas anualmente gera em torno de 20 milhões de dólares (Moreira et al., 2007).

Apesar disso, existem poucos estudos científicos sobre a diversidade de fungos associados a essas plantas. As doenças causadas por fungos nas orquídeas representam um grande problema para os produtores e cultivadores dessas plantas e por isso tem recebido mais atenção no Brasil (Klein, 2008). Este estudo revela a ocorrência de fungos presentes em orquídeas no sul da Bahia incluindo espécies parasitas e patogênicas.

## Metodologia

### Área de coleta

As coletas foram realizadas no período de 17/12/2010 a 05/09/2011 em seis municípios (Itabuna, Ibicuí, Itororó, Ilhéus, Itapebí e Jussari) do sul da Bahia. Durante esse período foram feitas duas coletas em cada município, sendo a primeira realizada no período dezembro de 2010 a janeiro de 2011 e a segunda no período de julho de 2011 a setembro de 2011. As coletas foram realizadas em orquidário a céu aberto e sob árvores (Ilhéus); orquidário ripado e telado (Itapebí); orquidário improvisado sobre cobertura residencial (Itabuna); orquidários em quintais (Ibicuí, Itororó); árvores povoadas natural e artificialmente (Jussari). As coletas de Itapebí, Ilhéus, Itabuna e Jussari foram realizadas em área de Mata Atlântica enquanto que as de Itororó e de Ibicuí em área de transição entre Mata Atlântica e áreas caracterizadas por vegetação rasteira e capoeiras.

### Isolamento

As plantas com sintomas e sinais de doenças foram levadas ao Laboratório de Biodiversidade de Fungos do Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC) da

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), onde foram lavadas com sabão neutro em água corrente e em seguida foram cortadas em fragmentos de 5 milímetros. Os fragmentos com uma parte doente e a outra sadia foram desinfetados em álcool 70% por 2 minutos, hipoclorito de sódio a 1% por 2 minutos, lavados por 4 vezes em água destilada e esterilizada (ADE) e transferidos para placas de Petri com meio de batata-dextrose-agar (BDA). Após o aparecimento das colônias estas foram purificadas e identificadas quanto à espécie.

### Identificação

As identificações genéricas e específicas foram feitas a partir de culturas puras dos fungos em meios BDA, em placas de Petri, com cinco a 30 dias de crescimento. A caracterização morfológica foi procedida através de observações das características macroscópicas das colônias e microscópicas das estruturas somáticas e reprodutivas. Com o auxílio de chaves taxonômicas existentes na literatura especializada chegou-se à identificação dos gêneros, enquanto que as espécies foram identificadas comparando-se as descrições específicas segundo: Arx & Muller (1954), Guba (1961), Muller & Arx (1962), Seifert et al. (2011).

### Cálculo dos padrões de biodiversidade

Os padrões ecológicos observados foram: Constância de ocorrência (espécies constantes W – presentes em mais de 50% das amostras; espécies acessórias Z – presentes em 25 a 50% das amostras e espécies acidentais Y – presentes em menos de 25% das amostras), frequência e similaridade segundo a metodologia de Dajoz (1983), Hynes (1950) e Odum (1997), respectivamente.

## Resultados e Discussão

Foram encontrados fungos em 29 gêneros de orquídeas conhecidas e algumas não classificadas genericamente por falta de floração durante à época de coleta. Foram feitos 332 isolamentos, dos quais foi possível identificar 210 isolados pertencentes a 24 espécies fúngicas. Os 122 isolados restantes não produziram estruturas de reprodução em meio de cultura sendo denominados como *Mycelia sterilia*. As

espécies encontradas pertencem a 20 gêneros de fungos (Figura 1). O gênero *Colletotrichum* Corda foi o mais frequente com (56,89%), seguido por *Phyllosticta* Pers. (8,62%), *Glomerella* Spauld. & H. Schrenk e *Nodulisporium* Preuss (6,32%), *Pestalotiopsis* Steyaert (5,17%), *Fusarium* Link (2,87%), *Nigrospora* Zimm. (2,29%), *Lasiodiplodia* Ellis & Everh. (1,72%), *Phomopsis* Sacc. & Roum., *Vizella* Sacc. e *Xylaria* Hill ex Schrank (1,14%). Os demais gêneros foram obtidos em frequências menores que 1%. Em relação à frequência, *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. complexo, *Phyllosticta captalensis* Henn., *Glomerella cingulata* (teleomorfo de *Colletotrichum*), *Nodulisporium* sp., *Pestalotiopsis algeriensis* (Sacc. & Berl.) W.P. Wu, *P. clavispora* (G.F. Atk.) Steyaert,

*P. neglecta* (Thüm.) Steyaert, *P.* (Thüm.) H.T. Sun & R.B. Cao e *P. pauciseta* (Sacc.) Y.X. Chen foram as espécies mais frequentes. A constância para 14 espécies (*Aspergillus niger* Tiegh., *Astrosphaeriella* aff. *lopiostomopsis*, *Chaetomium* sp., *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries, *Didymosphaeria* aff. *brasiliensis*, *Guignardia endophyllicola* Okane, Nakagiri & Tad. Ito, *Nigrospora sacchari* (Speg.) E.W. Mason, *Manginula* sp., *Muyocopron corrientinum* Speg., *Phomopsis* sp., *Stachylidium bicolor* Link, *Vizella royenae* (Doidge) Arx & E. Meüll. *Xylaria* sp.) foi considerada acidental. Oito espécies (*C. gloeosporioides* complexo, *G. cingulata* (Stoneman) Spauld. & H. Schrenk, *P. algeriensis*, *P. clavispora*, *P. neglecta*, *P. pauciseta*, *P. osyridis* e *P. captalensis*)

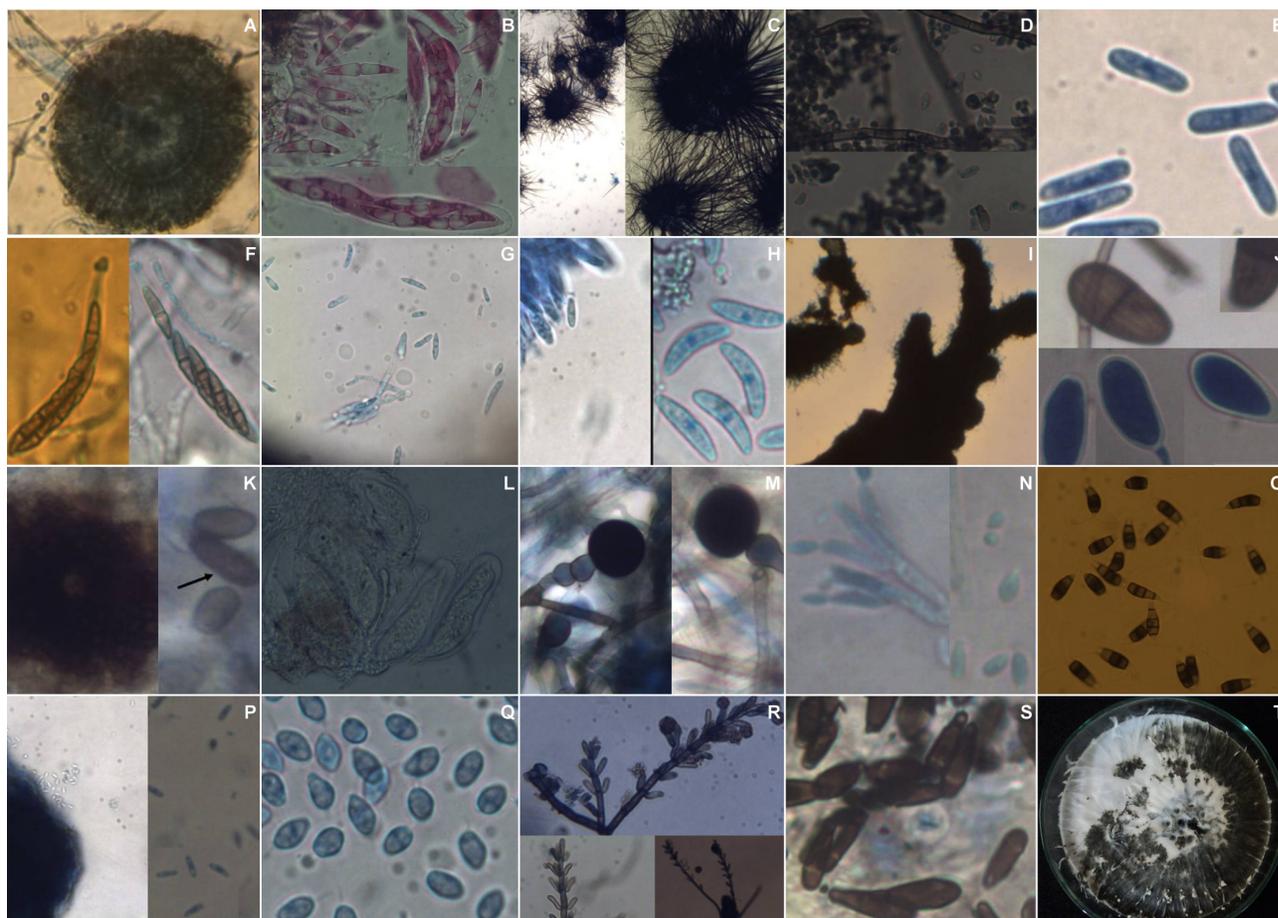


Figura 1. Fungos em orquídeas. A) *Aspergillus*; B) *Astrosphaeriella*; C) *Chaetomium*; D) *Cladosporium*; E) *Colletotrichum*; F) *Didymosphaeria*; G) *Fusarium*; H) *Glomerella*; I) *Guignardia* (estromas formados em cultura); J) *Lasiodiplodia*; K) *Manginula*; L) *Muyocopron*; M) *Nigrospora*; N) *Nodulisporium*; O) *Pestalotiopsis*; P) *Phomopsis*; Q) *Phyllosticta*; R) *Stachylidium*; S) *Vizella*; T) *Xylaria*.

foram consideradas constantes e três espécies foram consideradas acessórias (*Fusarium* aff. *oxysporium*, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. e *Nodulisporium* sp.). As demais foram consideradas acidentais (Tabela 1).

Quanto à similaridade, as comunidades fúngicas coletadas nas cidades Ilhéus, Itabuna, Jussari, Itapebi, Ibicuí e Itororó, são similares entre si (Tabela 2). Em relação aos períodos de coletas, entre dezembro de 2010 a janeiro de 2011 observou-se um ligeiro aumento no número de isolados (110) e na diversidade de gêneros (18) em relação ao período de junho a setembro de 2011 com 100 isolados e 11 gêneros diferentes. Três gêneros de fungos estiveram ausentes no período de dezembro de 2010 a janeiro de 2011 e 10 no período de junho a setembro de 2011. O gênero *Pestalotiopsis* foi três vezes mais comum no período

Tabela 1. Frequência e constância das 24 espécies fúngicas encontradas nas coletadas em seis municípios da região Sul da Bahia

Espécies	Frequência (%)	Constância <sup>1</sup>
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	56,9	W
<i>Phyllosticta capitalensis</i>	8,6	W
<i>Glomerella cingulata</i>	6,3	W
<i>Nodulisporium</i> sp.	6,3	Y
<i>Pestalotiopsis algeriensis</i>	5,1	W
<i>Pestalotiopsis clavisporea</i>	5,1	W
<i>Pestalotiopsis neglecta</i>	5,1	W
<i>Pestalotiopsis osyridis</i>	5,1	W
<i>Pestalotiopsis pauciseta</i>	5,1	W
<i>Fusarium</i> aff. <i>oxysporum</i>	2,8	Y
<i>Nigrospora sacchari</i>	2,2	Z
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	1,7	Y
<i>Phomopsis</i> sp.	1,1	Z
<i>Vizella rovenae</i>	1,1	Z
<i>Xylaria</i> sp.	1,1	Z
<i>Aspergillus niger</i>	0,5	Z
<i>Astrosphaeriella</i> aff. <i>lophostomopsis</i>	0,5	Z
<i>Chaetomonium</i> sp.	0,5	Z
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,5	Z
<i>Didymosphaeria</i> aff. <i>brasiliensis</i>	0,5	Z
<i>Guignardia endophyllicola</i>	0,5	Z
<i>Manginula</i> sp.	0,5	Z
<i>Muyocopron corrientinum</i>	0,5	Z
<i>Stachylidium bicolor</i>	0,5	Z

<sup>1</sup>W = Constante; Y = acessória; Z = acidental

Tabela 2. Número de espécies de fungos e índice de similaridade entre as áreas de coleta, na região Sul da Bahia de dezembro de 2010 a setembro 2011

Área de coleta	Nº de espécies comuns	Índice de similaridade (%)
Ilhéus/Itabuna	2	28,60%
Jussari/Itapebi	5	62,50%
Ibicuí/Itororó	5	55,50%

Tabela 3. Quantidade de gêneros de fungos isolados em dois períodos em 2010 e 2011

Gêneros	Período 1 (dez de 2010 a jan de 2011)	Período 2 (jun a set de 2011)
<i>Aspergillus</i>	1	
<i>Astrosphaeriella</i>	1	
<i>Chaetomium</i>		1
<i>Cladosporium</i>	1	
<i>Colletotrichum/Glomerella</i>	63	47
<i>Didymosphaeria</i>	1	
<i>Fusarium</i>	3	2
<i>Guignardia</i>	1	
<i>Lasiodiplodia</i>	2	1
<i>Manginula</i>	1	
<i>Muyocopron</i>		1
<i>Nigrospora</i>	4	
<i>Nodulisporium</i>	6	5
<i>Pestalotiopsis</i>	11	34
<i>Phomopsis</i>	2	
<i>Phyllosticta</i>	9	6
<i>Stachylidium</i>	1	
<i>Vizella</i>		2
<i>Xylaria</i>	2	
Total	109	100

de dezembro de 2010 a janeiro de 2011 do que no período de junho a setembro de 2011 (Tabela 3).

Os gêneros *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Pestalotiopsis*, *Glomerella* e *Curvularia* Boedijn tem sido reportados em plantas ornamentais tropicais (Assis et al., 2002; Kruschewsky et al., 2014). Estudos feitos por Klein (2008) em orquídeas no Rio de Janeiro referiram os gêneros *Colletotrichum*, *Phyllosticta*, *Fusarium* e *Puccinia* P. Micheli como os principais causadores de doenças. Neste trabalho, dos 20 gêneros encontrados, os mais frequentes entre as plantas estudadas foram: *Colletotrichum*, *Pestalotiopsis*, *Phyllosticta*, *Glomerella* e *Fusarium*

confirmando assim que esses fungos são comuns em orquídeas.

O gênero *Aspergillus* é comum no solo e em matéria orgânica em decomposição e causa deterioração em grãos e sementes (Cirio e Lima, 2003), sendo seu isolamento em orquídeas, possivelmente, decorrente de endofitismo.

*Astrosphaeriella* Syd. & P. Syd é um gênero considerado sapróbio por Hyde e Fröhlich (1997). Cinco espécies de *Astrosphaeriella* foram descritas por Vitória (2012) em palmeiras nativas e exóticas em áreas de Mata Atlântica. Não há registro desse gênero em orquídeas.

As espécies do gênero *Chaetomium* Kunze são encontradas em substratos celulósicos (Sales Junior et al., 2007) e engloba cerca de 437 espécies e subespécies, das quais algumas já foram relatadas como endofíticas (Sales Junior et al., 2007). No Brasil há dezenas de hospedeiros para esse gênero que englobam desde plantas hortícolas como *Capsicum* sp., *Allium sativum*, *Abelmoschus esculentus* a plantas arbóreas como *Eucalyptus* sp. *Schinus* e *Vellozia* (Mendes e Urben, 2017). Sua presença em orquídeas pode resultar de endofitismo. Existem espécies do gênero *Cladosporium* que são patógenos em vasta gama de hospedeiros, inclusive em plantas ornamentais como em *Heliconia* spp. (Assis et al., 2002; Costa, 2007). Segundo Mendes e Urben (2017), *C. cladosporioides* já foi encontrado em 11 hospedeiros no Brasil, mas não há registro de sua ocorrência em orquídeas.

*Colletotrichum gloeosporioides* complexo é um fungo que pode infectar qualquer parte da planta, ocorrendo com maior frequência em folhas e frutos causando antracnose. No Brasil, *Colletotrichum* spp. são encontradas nos mais diversos hospedeiros incluindo vários gêneros de orquídeas, causando antracnose, manchas foliares, sarna e podridão dos frutos (Mendes e Urben, 2017). Klein (2008) no seu estudo com orquídeas afirma que a antracnose, causada pelo fungo *C. gloeosporioides* é a doença fúngica de maior incidência em *Cattleya* sp., *Maxilaria* sp., *Odontocidium* sp., *Phaius* e *Phalaenopsis* sp., causando manchas nas folhas e em *Laelia crispa*, causando manchas nas sépalas das flores. No presente estudo a alta incidência desse gênero é confirmada, tendo sido encontrado em 25

dos 31 gêneros de orquídeas estudados. Sousa et al. (2009) também estudando orquídeas na Bahia encontrou *Colletotrichum* sp. causando antracnose em folhas de *Oncidium* sp., *Vanda* sp., *Cyrtopodium* sp. e *Denfal* sp. As espécies de *Glomerella* estão presentes nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, causando perdas significativas em várias colheitas, principalmente em fruteiras (Garrido e Sônego, 2003). No Brasil, segundo Mendes e Urben (2017), existem dezenas de hospedeiros para esse fungo inclusive orquídeas. No presente trabalho *Glomerella cingulata* foi isolada em: *Cattleya*, *Gongora*, *Octomeria* e *Phalaenopsis*.

Segundo o Index Fungorum (2017) há mais de 800 espécies do gênero *Didymosphaeria* Fuckel, esse é um gênero cosmopolita com espécies pantropicais de áreas temperadas (Aptroot, 1995). Espécies desse gênero já foram encontradas em palmeiras (Vitória, 2012). Segundo Mendes e Urben (2017) existem registrados no Brasil seis espécies desse gênero, porém nenhum em orquídeas.

*Fusarium* é um dos gêneros mais estudados por sua grande importância fitopatológica e ampla distribuição geográfica (Ethur et al., 2008). No Brasil é encontrado frequentemente em bananeira e flores tropicais (Castro et al., 2008). A murcha causada pelo fungo *Fusarium oxysporum*, f. sp. *cattleyae*, apelidada de “canela-seca” é uma doença bastante comum e foi observada em 17 % das plantas estudadas, ocorrendo em *Odontoglossum* sp., *Cattleya* híbrida, *Denphalium*, *Oncidium* e *Encyclia*. Klein (2008). Mendes e Urben (2017) relatam hospedeiros das famílias Solanaceae, Poaceae, Zingiberaceae, Caricaceae, Lauraceae, Fabaceae, Cucurbitaceae, Passifloraceae entre outras, no Brasil para esse fungo. Sousa et al. (2009), encontraram *Fusarium* sp. causando manchas e podridões em pseudobulbos de *Cattleya* sp., folhas de *Gramathophyllum* sp. e em folhas de *Vanda* sp.

O gênero *Guignardia* causa sérios danos na citricultura com a doença pinta preta (Kimati et al., 2005). Esse é o primeiro registro de *G. endophyllicola* (anamorfo: *P. captalensis*) em orquídeas no Brasil. O fungo *Phyllosticta* sp. causa manchas nas folhas de *Denfal* sp. (Sousa et al., 2009). No presente trabalho *P. captalensis* foi encontrada em folhas e bulbo de *Arachnis* sp., *Bulbophyllum* sp., *Cattleya* sp.,

*Encyclica* sp., *Epidendrum* sp., *Maxillaria* sp., *Pleurothallis* sp., *Bifrenaria harrisoniae* e em outras espécies não identificadas, causando doença. O primeiro relato de *P. captalensis* em orquídeas no Brasil foi feito por Silva et al. (2008).

*Lasiodiplodia theobromae* ocorre nos trópicos em cerca de 500 plantas e em outros substratos, (Hawksworth et al., 1995). Esta espécie é um patógeno de grande importância econômica para muitas culturas (Santos et al., 2000). Neste trabalho o fungo *L. theobromae* foi encontrado associado a manchas foliares em duas das seis localidades coletadas, nos hospedeiros *Cattleya* sp., *Phalaenopsis* sp. e *Oncidium* sp.. Em orquídeas, essa espécie fúngica foi citada apenas em *Cattleya labiata*, *Cattleya mossiae* e *Maxillaria* sp. na Venezuela (Farr & Rossman, 2012), sendo este o primeiro registro de *L. theobromae* em orquídeas no Brasil.

O gênero *Manginula* G. Arnaud é pouco conhecido. Segundo o Index Fungorum (2017) são oito as espécies registradas em todo o mundo. No Brasil até o presente momento só existe registro da espécie *Manginula sucuubae* Bat., J.L. Bezerra & Cavalc. sobre *Plumeria sucuuba* (Batista et al., 1963).

*Muyocopron* Speg. é outro gênero com pouquíssimas espécies encontradas no Brasil, tendo como hospedeiros as famílias *Arecaceae*, *Bromeliaceae* e *Lauraceae*, em todo mundo. Existem aproximadamente 57 registros de espécies desse gênero, Index Fungorum (2017), porém, nenhuma delas em orquídeas.

A espécie *Nigrospora oryzae* (Berk. & Broome) Petch provoca vários danos à agricultura incluindo à floricultura (Kimati et al., 2005; Assunção, 2010). A espécie *N. sacchari* encontrada neste trabalho possui, segundo Mendes e Urben (2017), apenas um hospedeiro no Brasil, *Paspalum fasciculatum*.

O fungo *Nodulisporium* é um anamorfo de *Xylariaceae* de difícil classificação sem a ajuda da biologia molecular. Cerqueira et al. (2013), estudando plantas ornamentais tropicais encontrou várias espécies não identificadas de *Nodulisporium* isoladas de espécies de *Heliconia*. Espécies de *Xylaria* são encontradas em regiões temperadas e tropicais, podendo ocorrer como decompositoras, patogênicas de plantas e como endofíticas (Rodrigues, 2010). Cerqueira et al. (2013) estudando plantas ornamentais no Sul da Bahia encontraram *Xylaria* sp. associada a helicônias. Neste trabalho *Xylaria* sp. foi encontrada

como endófito em *Schomburgkia* sp. e outras orquídeas não identificadas.

Espécies do gênero *Pestalotiopsis* podem ser encontradas como endofíticas, sapróbias e fitopatogênicas em muitas plantas ornamentais tropicais (Kruschewsky et al., 2014; Costa, 2007). Estudos feitos por Cerqueira et al. (2013) mostram *Pestalotiopsis* como o terceiro gênero mais frequente em plantas ornamentais tropicais no Sul da Bahia.

O gênero *Phomopsis* é um fitopatógeno de várias plantas (Sologuren e Juliatti, 2007; Costa, 2007; Cerqueira et al., 2013).

O gênero *Stachylidium* Link possui 38 espécies segundo o Index Fungorum (2017). A espécie *S. bicolor* possui ampla distribuição principalmente em regiões tropicais. No presente trabalho essa espécie foi encontrada em folhas de *Cattleya* sp., primeiro registro dessa espécie em orquídeas.

O gênero *Vizella* possui 34 espécies em todo o mundo de acordo com o Index Fungorum (2017). No Brasil foram descritas seis espécies: *Vizella bingervilliana* C. Moreau & M. Moreau, *V. crescentiae* Bat. & J.L. Bezerra, *V. disciformi* Rehm, *V. pogonophorae* Bat. & Cif., *V. psychotriae* Bat. & Peres, *V. splendida* Bat. & J.L. Bezerra e *V. appendiculosa* (Mont. & Berk.) Theiss. segundo Mendes e Urben (2017). A espécie *V. royanae*, encontrada em folhas de *Cattleya* sp., é o primeiro registro para o Brasil nesse hospedeiro.

Nos seis municípios estudados foram encontradas 24 espécies fúngicas das quais *C. glosporioides*, *P. capitalensis* e *G. cingulata* mostraram maior frequência e constância. Resultados similares foram encontrados por Cerqueira et al. (2013) estudando plantas ornamentais tropicais na região sul da Bahia.

Avaliando a similaridade entre as espécies coletadas nos municípios de Ilhéus, Ibicuí, Itororó, Itabuna, Itapebi e Jussari, constatou-se que as comunidades fúngicas coletadas nas seis propriedades são similares. Seis espécies foram comuns às seis áreas de coleta: *C. gloeosporioides*, *P. algeriensis*, *P. clavispora*, *P. neglecta*, *P. pauciseta* e *P. osyridis*. Segundo Mueller-Dombois & ElleMBER (1974), duas comunidades são consideradas similares quando o índice de Sorensen for superior a 50%. Assunção (2010), obteve resultados semelhantes estudando comunidades fúngicas associadas com o plantio de ornamentais em Pernambuco.

Os dados deste trabalho confirmam a grande diversidade das espécies fúngicas existente em Orchidaceae no bioma Mata Atlântica do sudeste baiano e entorno. Conforme esperado foram encontrados numerosos fungos patogênicos, endofíticos e sapróbios em orquídeas no sudeste da Bahia dos quais 12 são novos registros para a ciência quanto à distribuição geográfica e/ou ocorrência em novos hospedeiros. Houve influência do local e da época de coleta na ocorrência da população das espécies fúngicas encontradas. *G. cingulata* e *P. capitalensis* foram encontrados pela primeira vez em *Cattleya* spp. na Bahia.

### Agradecimentos

Os autores agradecem aos orquidófilos que de forma acolhedora receberam e disponibilizaram materiais para as pesquisas. Agradecem também a UESC pela oportunidade do Mestrado da primeira autora, CAPES, CNPq e FAPESB pelo apoio financeiro e a CEPLAC pela as instalações e laboratório onde a pesquisa foi desenvolvida.

### Literatura Citada

- APTROOT, A. 1995. A monograph of Didymosphaeria. *Studia Mycology* 37:160.
- ARX, J. A ; Müller, E. 1954. Die Gattungen der amerosporen Pyrenomyceten. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, Wabern-Bern 11(1):1-434.
- ASSIS, S. M. P. et al. 2002. Doenças e pragas das helicônias: Diseases and pests of Heliconias. Recife, PE, UFRPE. 102p.
- ASSUNÇÃO, M. M. C. 2010. Fungos endófitos isolados de folhas de bananeira (*Musa* spp.) e seleção de antagonistas a fitopatógenos dessa cultura. Tese Doutorado. Recife, PE, Universidade Federal de Pernambuco. 172p.
- BATISTA, A. C.; BEZERRA, J. L.; PERES, G. E. P. 1963. Novos taxa fúngicos de himênio invertido, recolhidos na Amazônia. In: Congresso Nacional da Sociedade Botânica do Brasil, 14º. Anais. Manaus, AM, Instituto de Micologia & Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia 376. pp. 103-116.
- CASTRO, N. R. et al. 2008. Ocorrência, métodos de inoculação e agressividade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* em *Heliconia* spp. *Summa Phytopathologica (Brasil)* 34 (2):127-130.
- CERQUEIRA, K. S. et al. 2013. Fungos endófitos em plantas ornamentais tropicais na Bahia. *Agrotropica (Brasil)* 25(3):223-232.
- CIRIO, G. M.; LIMA, M. L. R. Z. C. 2003. Métodos de detecção do gênero *Aspergillus* em sementes de milho (*Zea mays* L.) em 270 dias de armazenamento. *Visão Acadêmica (Brasil)* 4 (1):19-23
- COSTA, C. R. 2007. Fungos associados às plantas ornamentais tropicais no Distrito Federal. Dissertação Mestrado. Brasília, DF, Universidade de Brasília. 98p.
- DAJOZ, R. 1983. Ecologia geral. Petrópolis, RJ, Vozes. 472p.
- ETHUR, L. Z. et al. 2008. Presença dos gêneros *Trichoderma* e *Fusarium* em solo rizosférico e não rizosférico cultivado com tomateiro e pepineiro, em horta e estufa. *Ciência Rural (Brasil)* 38(1):6-19.
- FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. 2012. Fungal databases, systematic mycology and microbiology laboratory, ARS, USDA.
- FLORA DO BRASIL. 2018/2020. *ORCHIDACEAE* in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB179>>. Acesso em: 23 Jul. 2018.
- GARRIDO, L. C.; SÔNEGO, O. R. 2003. Sistema de produção de pêssego de mesa na região da Serra Gaúcha—doenças fúngicas e bacterianas do pessegueiro. Bento Gonçalves, RS, EMBRAPA UVA. Sistema de Produção n. 3. CD-Rom.
- GUBA, E. F. 1961. Monograph of *Monochaetia* and *Pestalotia*. Cambridge, Harvard University Press, MASS. 342p.
- HAWKSWORTH, D. L. et al. 1995. Ainsworth and bisby's dictionary of the fungi Wallingford, UK, CAB International. 650p.
- HYDE, K. D.; FROHLICH, J. 1997. Fungi from palms XXXVII. The genus *Astrosphaeriella*, including ten new species. *Sydowia* 50:21-80.

- HYNES, H. B. N. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal Animal Ecology* 19:36-58.
- INDEX Fungorum. 2017. <<http://www.indexfungorum.org>>.
- KIMATI, H. L. et al. 2005. Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo, SP, Agronômica Ceres. 663 p. v.2.
- KLEIN, E. H. S. 2008. Levantamento e desenvolvimento de Kit diagnóstico de patógenos e propagação in vitro de orquídeas no Estado do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 72p.
- KRUSCHEWSKY, M. C.; LUZ, E. D. M. N.; BEZERRA, J. L. 2014. O gênero *Pestalotiopsis* (Ascomycota, 'Coelomycetes') no Brasil. *Agrotropica (Brasil)* 26(2):89-98.
- MENDES, M. A. S.; URBEN, A. F. 2017. Fungos relatados em plantas no Brasil. Brasília, DF, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.
- MOREIRA, C. N. S. S.; SANTOS, C. D.; SOUZA, J. T. 2007. Isolamento de microrganismo patogênicos a orquídeas no Recôncavo da Bahia. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 40°. pp.192. v. 32.
- MUELLER-DOMBOIS, D. ; ELLENBER, D.H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, Ed. John Willey and Sons. 574 p.
- MULLER, E.; ARX, J. A. 1962. Die Gattungen der didymosporen pyrenomyceten. beitr. kryptogammenfl. Schweiz, Wabern- Bern 11 (2):1-922.
- ODUM, E. P. 1997. Fundamentos de ecologia. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. 927 p.
- RODRIGUES, R. L. 2010. Fungos endofíticos associados à *Vellozia compacta* Mart. ex Schult. F. (Velloziaceae) presente em afloramentos rochosos nos Estados de Minas Gerais e Tocantins. Dissertação Mestrado. Ouro Preto, MG, Universidade Federal de Ouro Preto. 70 p.
- SALES Jr, R. et al. 2007. Controle biológico de *Monosporascus cannonballus* com *Chaetomium*. *Fitopatologia Brasileira* 32:70-74.
- SANTOS, A. A. et al. 2000. Fungos associados a sementes de gravioleira e de ateira no Estado do Ceará. Fortaleza, CE, Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa, n.33. 11p
- SEIFERTY, K. et al. 2011. The Genera of Hyphomycetes. Utrecht, CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre. CBS Biodiversity n.9. 997p.
- SILVA, M. E. et al. 2008. Leaf and pseudobulb diseases on *Bifrenaria harrisoniae* (Orchidaceae) caused by *Phyllosticta capitalensis* in Brazil. *Australasian Plant Disease Notes*. pp.53-56.
- SOLOGUREN, F. J ; JULIATTI, F. C. 2007. Doenças fúngicas em plantas ornamentais em Uberlândia, MG. *Bioscience Journal (Brasil)* 23(2):42-52.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. 2005. Botânica sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Plantarum, Nova Odessa.
- SOUZA, E. M. R. et al. 2009. Levantamento de fungos causadores de doenças em orquídeas no Estado da Bahia. In: Congresso Nacional de Botânica, 60. Feira de Santana, Bahia. p. 74.
- The Plant List . 2017. Version 1.1. Publicado na Internet. Disponível em < <http://www.theplantlist.org/>> Acesso em 25 setembro 2017.
- VITÓRIA, N. S. 2012. Diversidade de Ascomycota em palmeiras nativas e exóticas em áreas de Mata Atlântica. Tese Doutorado. Recife, PE, Universidade Federal de Pernambuco. 220p.

## PROCESSO DE COMPOSTAGEM A BASE DE MURUMURU (*Astrocaryum* spp.) E SEU USO COMO SUBSTRATO

*Maira da Silva Araújo*<sup>1</sup>, *Lucileia Lima da Silva*<sup>2</sup>, *Letícia Azal Frare*<sup>3</sup>, *Hugo Mota Ferreira Leite*<sup>3,4</sup>, *Lydia Helena da Silva de Oliveira Mota*<sup>3,5</sup>

<sup>1</sup>Secretaria de Estado de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar (SEAPROF), Travessa Francisco Barreto, 78, Centro, 69990-000, Mâncio Lima, Acre. mairasilvaml@hotmail.com. <sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Rua Alberto Gadelha Oliveira, 167, Centro, 69990-000, Mâncio Lima, Acre. lucileiaml@gmail.com. <sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rua José Barbosa de Barros, 1780, 18610-307, Botucatu, São Paulo. lefrare@hotmail.com. <sup>4</sup>Universidade Federal do Acre, Estrada Canela Fina, km 12, Gleba Formoso, 69980-000, Cruzeiro do Sul, Acre. hugo.ufac@gmail.com. <sup>5</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), Estrada da APADEQ, 1.192, Ramal da Fazenda Modelo, Bairro Nova Olinda, Cruzeiro do Sul, AC, 69.980-000, Cruzeiro do Sul, Acre. lydia.mota@ifac.edu.br.

A compostagem é uma prática de reaproveitamento de resíduos vegetais que vem sendo utilizada há muito tempo e tem se tornado cada vez mais importante para a produção agrícola. Seu grande impacto está no reaproveitamento de resíduos, na redução de custos com insumos agrícolas e em manejos alternativos de produção, como a agricultura orgânica. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o processo de compostagem a base de murumuru em sacos de nylon e sua qualidade como uso de substrato para formação de mudas de tomateiro. Para produção dos compostos orgânicos foram utilizados quatro tipos de materiais: Bagaço de cana-de-açúcar (BC), Cama de frango (CF), Casca de mandioca (CM) e Murumuru (MU). Os tratamentos constaram de BC+CF (2:1), CM+BC (2:1), MU+CF (2:1), CM+MU (2:1) e MU (100%). Os compostos produzidos foram utilizados como substrato para semeio de mudas de tomate. Os resultados obtidos demonstram que quando utilizados como substratos para produção de mudas, os produtos obtidos da compostagem são viáveis e as mudas respondem de forma positiva sob estes substratos. Além disso, a utilização de sacos de nylon para esse processo se mostrou muito eficaz e trouxe facilidade ao manejo da compostagem. Após 90 dias os compostos estão prontos para serem utilizados. O tratamento MU+CF foi o mais adequado para utilização como substrato para produção de mudas de tomate.

**Palavras-chave:** composto orgânico, germinação, resíduos vegetais.

**Composting process based in Murumuru (*Astrocaryum* spp.) and its use as an agricultural substrate.** Composting is a practice of reuse of vegetable waste that has been used for a long time and has become increasingly important for agricultural production. Its major impact is the reuse of waste, reduction of costs with agricultural inputs and alternative production management, such as organic agriculture. The objective of this work was to evaluate the composting process based on murumuru in nylon bags and its quality as substrate use for the formation of tomato seedlings. For the production of the organic compounds, four types of materials were used: Sugarcane bagasse (BC), chicken manure (CF), Bark of Cassava (CM) and Murumuru (MU). The treatments consisted of BC + CF (2:1), CM + BC (2:1), MU + CF (2:1), CM+MU (2:1) and MU (100%). The compounds produced were used as substrate for sowing tomato seedlings. The results obtained demonstrate that when used as substrates for seedling production, the products obtained from composting are viable and the seedlings respond positively under these substrates. In addition, the use of nylon bags for this process proved to be very effective and brought about easy management of compost. After 90 days the compounds are ready to use. MU + CF treatment was more suitable for use as a substrate for tomato seedlings production.

**Key words:** organic compound, germination, vegetable waste.

## Introdução

O murumuru ou murmuru (*Astrocaryum spp.*) é uma palmeira que pode atingir até 15 m de altura e possui diversas maneiras de exploração. Pode ser encontrada por toda região amazônica e chegam a formar grandes populações em áreas predominantemente úmidas, alagadas ou com inundações temporárias. Seus frutos do tipo amêndoa podem ser consumidos na alimentação, ter diferentes finalidades na indústria de cosméticos, devido ao seu alto teor de óleo e a produção de manteiga de murumuru após sua prensagem, bem como o palmito e fibras. O murumuru apresenta-se como alternativa de diversificação de produção e renda para comunidades extrativistas da região amazônica (Sousa et al., 2004; Bezerra, 2012).

Dessa forma, a geração de resíduos após a industrialização das amêndoas do murumuruzeiro é grande e requer destinação correta. Segundo Galdino (2007), a cada 100 kg de caroços de murumuru secos que passam por processamento e industrialização, somente 28 kg são de amêndoas. Silva (2012) afirma ainda que a utilização da torta de murumuru é uma estratégia viável para alimentação de cordeiros em crescimento sob sistema de confinamento.

Outros tipos de resíduos mais comuns também são gerados nas unidades agrícolas como o bagaço de cana-de-açúcar, a casca de mandioca e o esterco de frango provenientes de granjas. O que influencia na maior ou menor produção de cada um destes é a regionalidade de cada cultura ou criação animal.

São muitos os resíduos orgânicos de origem agrícola que podem ser usados na agricultura após o processo de compostagem, como, por exemplo, estercos, restos de cultivo e subprodutos da agroindústria. Esses tipos de resíduos apresentam composição química variada, uma vez que os teores de matéria orgânica, de nutrientes e a carga de poluentes neles presentes se mostram dependentes da origem dos mesmos. Segundo Maia et al. (2003), a compostagem é, geralmente, considerada o processo mais eficiente de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos, produzindo a custos aceitáveis um produto higiênico e útil: o composto. Porém, deve-se atentar à algumas características indispensáveis no momento da compostagem, para que todo o processo ocorra de

maneira contínua, com a manutenção adequada da população de microrganismos até o final do ciclo e obtenção de um produto final de qualidade, sendo elas, a temperatura do composto, que deve ser analisada com frequência, bem como a umidade, os níveis de  $O_2$ , o pH e a relação carbono-nitrogênio (relação C/N), conforme Cruz et al. (2017).

O composto orgânico pode ser utilizado como substrato para produção de mudas de diversos tipos de olerícolas. O tomate (*Lycopersicon esculentum*) é hoje uma das mais importantes olerícolas do mundo, tanto por área cultivada como por valor comercial, onde o Brasil figura como um dos maiores produtores (Filgueira, 2013). A produção de mudas de hortaliças, como, por exemplo, o tomateiro, constitui-se em uma das etapas mais importantes do sistema produtivo, influenciando diretamente o desempenho nutricional e produtivo das plantas e a mesma está baseada na pesquisa de melhores fontes e combinações de substratos e compostos orgânicos com propriedades físicas e químicas ideais (Silveira et al., 2002; Echer et al., 2007).

Existem estudos sobre o uso de sacos de nylon para a produção de compostagem, em que relatam que as vantagens da utilização deste material para o processo são inúmeras, dentre elas, o não comprometimento da temperatura e umidade ideais, a facilidade no manuseio e revolvimento do material durante a compostagem e no transporte e comercialização do produto final, além de ser uma alternativa para pequenos produtores e hortas caseiras, que não dispõem de grandes áreas para cultivo e preparo de compostos (Oliveira et al., 2015).

Nesse sentido, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o processo de compostagem a base de murumuru em sacos de nylon e sua qualidade como uso de substrato para formação de mudas de tomateiro, afim de reintroduzir a fração orgânica do resíduo no meio ambiente.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Propriedade Rural Frango Norte Pé da Terra, localizada no município de Mâncio Lima – Acre (07° 36' 51" S e 72° 53' 45" W). As análises químicas dos compostos produzidos foram realizadas no laboratório Qualittá Ambiental, Ji-Paraná - RO.

Os materiais utilizados para a produção dos compostos foram escolhidos visando a reutilização de subprodutos oriundos do processamento da cana-de-açúcar, do qual foi utilizado o bagaço; cama de frango, oriunda de granja local na propriedade; casca de mandioca, resíduo das casas de farinha da região; e murumuru, do qual foi utilizada a torta, resíduo da extração do óleo, que seria descartada no ambiente.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos tiveram as composições: Murumuru 100% - MU; Bagaço de cana-de-açúcar + Cama de frango (2:1) - BC+CF (2:1); Murumuru + Cama de frango (2:1) - MU+ CF (2:1); Casca de mandioca + Bagaço de cana-de-açúcar (2:1) - CM+BC (2:1) e Casca de mandioca + Murumuru (2:1) - CM+MU (2:1). Esses materiais foram cortados com aproximadamente 3 a 5 cm de diâmetro e misturados nas referidas proporções.

Os materiais misturados foram colocados dentro de sacos de nylon (constituindo-se, cada saco uma parcela experimental) com dimensões de 90 cm x 65 cm, os quais permitem a aeração no seu interior. Os sacos foram preenchidos até 70 cm de altura e as proporções foram definidas por meio de marcações externas nos sacos.

Cada saco foi pesado para determinação do peso inicial e a partir de sua montagem foi monitorado diariamente. A temperatura foi medida no meio do saco, em relação ao seu comprimento, com auxílio do geotermômetro, introduzido a 10 cm de profundidade, conforme Oliveira (2008). Essa coleta era feita em dois horários distintos, às 8:00 e às 16:00, orientando-se se havia ou não a necessidade de medidas corretivas caso as temperaturas ficassem muito elevadas, pois acima de 70 °C o composto perde nitrogênio (Teixeira et al., 2006).

Para oxigenação da mistura de compostagem, foi feito o revolvimento do material a cada três dias,

segundo metodologia descrita por Pereira Neto (2007), passando-se manualmente o material de um saco para outro. À medida que era feito o revolvimento adicionava-se uniformemente água à massa de compostagem para repor a perda de água no sistema, sempre que necessário. A quantidade de água colocada ocorria de acordo com a umidade dos materiais, que era avaliada apertando-se na mão uma amostra do material, sentindo a umidade do mesmo, porém não deixando escorrer líquido entre os dedos (Pereira Neto, 2010).

Após 90 dias, por meio de observações da coloração, aspecto e temperatura, foi constatado que os compostos estavam prontos para serem utilizados, de acordo com métodos descrito e adaptado de Kiehl (2002). Durante o processo de compostagem foi observada alteração na coloração dos compostos, tendo inicialmente cor clara e, por fim, cor consideravelmente escura. Após o processo de bioestabilização, quando atinge a maturidade, ou seja, transformou-se em produto humificado, a relação C/N se situa em torno de 12/1 (Daí Pra et al., 2009). Nesse mesmo período todos os sacos contendo o material compostado foram pesados para a determinação do rendimento.

Após o término do processo de compostagem, os diferentes tratamentos foram caracterizados quimicamente. Para isso, foram retiradas subamostras em diferentes pontos de cada saco para formar uma amostra composta. As análises realizadas foram: temperatura durante o processo de compostagem, pH, carbono orgânico, relação C/N e N. A metodologia utilizada foi conforme adotada pela Embrapa (1997). A composição química inicial de cada matéria-prima está apresentada na Tabela 1. As análises químicas dos compostos produzidos foram realizadas no laboratório da Qualittá Ambiental localizada em Ji-Paraná - RO.

Para avaliação do uso e qualidade dos substratos a partir dos compostos produzidos nos diferentes tratamentos foi realizada a semeadura de tomate, variedade Santa Clara. Os tratamentos foram

constituídos de substratos nas mesmas proporções dos compostos produzidos. Os tratamentos foram distribuídos em bandeja usando uma fileira de célula por cada tratamento, totalizando 40 parcelas constituídas por 8 fileiras de células para cada

Tabela 1. Caracterização química dos materiais utilizados para a montagem dos tratamentos de composto orgânico, Mâncio Lima-AC

Descrição	PH	Nitrogênio (%)	Carbono (%)	Relação C/N
Casca de mandioca	6,80	0,90	18,95	21,15
Bagaço de cana-de-açúcar	6,00	0,20	9,87	50,36
Murumuru	5,00	1,32	36,68	27,87
Cama de frango	8,80	2,63	30,40	11,55

tratamento. A semeadura foi realizada manualmente na bandeja de poliestireno expandido colocando-se uma semente no centro de cada célula, contendo 128 células com 34,6 cm<sup>3</sup> por célula.

Em nenhum tratamento houve adição de adubo mineral. Aos 22 dias após a semeadura (DAS), foram avaliadas as variáveis: tamanho da radícula, altura do hipocótilo, peso inicial e peso seco de mudas de tomates. A parte aérea e as raízes foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel e mantidos em estufa a 65°C até atingir massa constante. As amostras foram pesadas em balança analítica de precisão, para determinação da massa da matéria seca da planta inteira. Nos resultados apresentados nas tabelas, cada valor representa a média de quatro repetições

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises de variância foram realizadas com base no delineamento experimental, por meio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2014).

## Resultados e Discussão

Na primeira fase da compostagem, chamada de mesofílica, teve duração de cinco dias. Nessa fase

predominam temperaturas moderadas, durando em média de 2 a 5 dias, mostrando que todos os tratamentos atingiram essa fase dentro do esperado, com duração de 5 dias (Barreira et al., 2009). A segunda fase, denominada termofílica, teve duração de aproximadamente 55 dias, em que é a fase mais ativa quando os microrganismos estão em sua máxima atividade de transformação da biomassa (Inácio; Miller, 2009). A terceira fase, denominada de resfriamento, teve duração média de 15 dias, na qual o composto fica com temperatura próxima do ambiente. E a fase de maturação durou em média 15 dias, ou seja, quando o composto se estabilizou e ficou adequado para uso. De acordo com a Resolução CONAMA nº481/2017 (Brasil, 2017), as temperaturas devem permanecer iguais ou superiores a 55 °C por, no mínimo, 14 dias para eliminação e/ou redução de organismos patogênicos. Dessa forma, apenas os tratamentos MU+CF e CM+BC atenderam aos requisitos da legislação vigente, sem risco de contaminações e agentes patogênicos (Figura 1).

As temperaturas da compostagem após 60 dias aproximaram-se dos valores da temperatura do ar. Comportamento semelhante foi observado por Cezar (2005), durante a compostagem de esterco de bovinos com serragem de madeira. Leal et al. (2013)

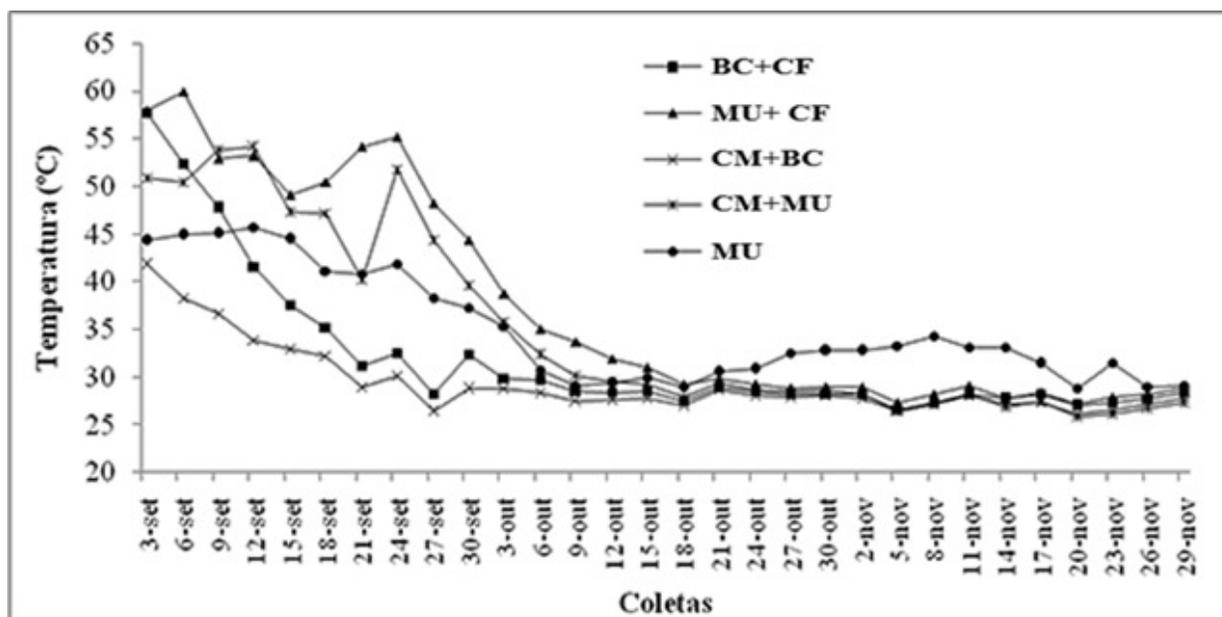


Figura 1. Variação da temperatura dos materiais de bagaço de cana-de-açúcar e cama de frango (BC+CF); murumuru + cama de frango (MU+CF); casca de mandioca e bagaço de cana-de-açúcar (CM+BC); casca de mandioca + murumuru (CM+MU); e murumuru (MU), utilizados para a montagem dos tratamentos de composto orgânico, durante 90 dias Mâncio Lima - AC.

observaram o mesmo comportamento em suas pilhas de compostagem quando foram utilizados resíduos vegetais mais esterco ou isolados. As temperaturas nos diferentes tratamentos, não seguiram o mesmo padrão (Figura 1), o que mostra a particularidade de cada material na compostagem quanto à retenção de umidade, quantidades diferentes de nutrientes e, ainda, prováveis diferenças na diversidade e quantidade de microrganismos decompositores (Mota et al., 2015). O tratamento CM+BC apresentou menor temperatura, e um dos fatores que pode ter influenciado nesse resultado é o alto valor da relação C/N dos compostos utilizados, principalmente o bagaço de cana (Tabela 1), o que pode ter ocasionado menor atividade de microrganismos. De acordo com Bernal et al. (2009), os fatores que afetam o processo de compostagem podem ser separados em dois grupos: aqueles em função dos componentes da mistura da compostagem, como o equilíbrio de nutrientes, o pH, a granulometria das partículas, porosidade e umidade; e aqueles que dependem do processamento dos componentes, tais como a concentração de oxigênio, temperatura e umidade. Ao término da compostagem, a temperatura média dos tratamentos encontrava-se próxima de 30°C, sendo assim, muito próxima da temperatura ambiente, o que indicou o fim do processo de decomposição.

Nenhum tratamento ultrapassou a temperatura de 60°C, deste modo os microrganismos decompositores não foram comprometidos, confirmando, assim, a eficiência do processo em sacos de nylon, bem como a escolha dos materiais que apresentam boas propriedades físico-químicas para o processo de compostagem, conforme sugerido por Sundberg et al. (2011), relatando que o material com características físico-químicas ideais para a compostagem pode ser proveniente da associação de dois ou mais tipos de resíduos biodegradáveis. O que pode ser observado no presente trabalho, em que a compostagem feita a partir do Murumuru somente, demonstrou comportamento mais lento para estabilização do composto quando comparada aos demais tratamentos que possuíam mistura de materiais orgânicos.

De acordo com Cotta et al. (2015) deve-se evitar temperaturas superiores a 65 °C por causarem a eliminação dos microrganismos mineralizadores responsáveis pela degradação dos resíduos orgânicos, podendo ocasionar a insolubilização de proteínas

hidrossolúveis e o desprendimento de amônia. Mesmo assim, a compostagem é mais eficiente quando temperaturas termófilas são mantidas, porque isso reduz um maior número de microrganismos patogênicos, além de diminuir os fatores fitotóxicos, que inibem a germinação de sementes.

Considerando a faixa ótima de pH para desenvolvimento da maioria das bactérias, entre 6,0 e 7,5, conforme análises da Tabela 2, apenas os tratamentos BC+CF (8,7) e MU (5,3) ficaram fora do intervalo adequado de pH. Para o desenvolvimento de fungos, o pH ideal está na faixa de 5,0 (Baeta-Hall et al., 2003; Silva et al., 2003). Azevedo (1997) indica que a faixa de pH para o processo pode ser muito ampla, entre 3 e 11, entretanto Silva et al. (2003) preconizam que o pH inicial deve se encontrar entre 5,5 e 8,5. Segundo Pereira Neto (2010), a faixa de pH favorável para a compostagem situa-se entre 4,5 a 9,5. De acordo com o mesmo autor, valores extremos são automaticamente regulados pelos microrganismos por meio de degradação de compostos que irão produzir subprodutos ácidos ou básicos, em função da necessidade do meio. Em relação a valores de pH aceitos pela legislação, apenas o tratamento MU não atendeu a Instrução Normativa n. 25 de 23/07/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2009), que indica pH mínimo igual a 6,0 para ser comercializado. Os valores de pH mais indicados para substratos devem se encontrar na faixa de 6,0 a 7,0 para que não ocorra uma limitação na disponibilidade nutrientes (Farias et al., 2012).

Em relação ao Nitrogênio total, os substratos apresentaram uma média de 0,94%, variando 0,74 a 1,29 (Tabela 2). Os resíduos orgânicos de origem vegetal têm uma média de 1 a 4% de nitrogênio (Kiehl, 2002). Assim, pode-se inferir que os tratamentos MU+CF e MU possuem os mais altos teores de matéria orgânica, pois apresentaram 1,26 e 1,29% de nitrogênio, respectivamente. Um dos fatores para esse resultado pode ser explicado pelo uso de cama de frango que apresenta um maior valor de N como murumuru entre as matérias primas utilizadas no estudo. Melo et al. (2008) observaram, ao caracterizar diversos resíduos orgânicos, teores de N total com esterco bovino superiores quando a utilização apenas de resíduos orgânicos. Outra explicação pela maior concentração de N na compostagem é devido ao fato

Tabela 2. Valores de pH, nitrogênio (N), carbono orgânico (C.O.) e relação C/N dos compostos orgânicos produzidos nos compostos de bagaço de cana e cama de frango (BC+CF); murmuru e cama de frango (MU+CF); casca de mandioca e bagaço de cana (CM+BC); casca de mandioca e murmuru (CM+MU) e; murmuru (MU)

Tratamentos	Siglas	pH	N (%)	C.O. (%)	C/N
1 - Bagaço de cana-de-açúcar + Cama de frango	BC+CF	8,70 a	0,74 bc	8,57 c	11,62 b
2 - Murmuru + cama de frango	MU+CF	7,12 b	1,26 a	15,70 ab	12,45 b
3 - Casca de mandioca + Bagaço de cana-de-açúcar	CM+BC	7,75 b	0,49 c	12,77 bc	26,31 a
4 - Casca de mandioca + Murmuru	CM+MU	6,07 c	0,92 b	14,79 ab	16,34 b
5 - Murmuru	MU	5,30 c	1,29 a	19,69 a	15,20 b
CV (%)		5,63	15,51	19,15	21,66
Média		6,99	0,94	14,30	16,38

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

da maior perda de massa por emissão de CO<sub>2</sub> que ocorreu neste tratamento, o que resultou em maior concentração do N presente (Leal et al., 2013).

A relação C/N média obtida foi de 16/1, variando de 11 a 26/1. O tratamento com maior relação C/N foi o CM+BC (26/1) e os demais tratamentos não tiveram diferença (Tabela 2). Sendo assim, tratamento CM+BC não alcançou a bioestabilização, ou seja, não atingiu a maturidade para obtenção de um produto humificado, pois de acordo com Kiehl (2002), o produto completamente humificado atinge relação C/N próxima de 10/1.

Conforme comentam Gomes e Pacheco (1988), em geral, em processos de compostagem o rendimento do composto final é da ordem de 33,33% a 50% do volume inicial. O tratamento que mais se aproximou dessa faixa e obteve o resultado mais satisfatório foi o MU+BC (1:2), com 45,20% de rendimento, mostrando-se equivalente ao rendimento obtido por Vespa e Lucas Junior (2006), que foi de 41,52% de composto a partir da compostagem de resíduo sólido urbano orgânico.

Os tratamentos que tiveram menores rendimentos (Tabela 3) podem ser explicados pelo fato dos compostos utilizados, como a casca de mandioca e o murmuru possuírem teores de água mais altos e consequentemente maior umidade quando comparados com o bagaço de cana e a cama de frango.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, a variável em relação ao tamanho das raízes apresentou valores que variaram de 21,35 a 28,97 mm, verificando-se que houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao comprimento das raízes das mudas. O menor comprimento de radícula foi

observado no tratamento CM+BC, o que pode estar relacionado com o menor valor de N do substrato associado a uma elevada relação C/N (aproximadamente 26). Silva de Lima et. al (2008) citam que a alta relação C/N em substratos é inadequada devido a indução de carência de nitrogênio. Silva Júnior e Visconti (1991) citam que um substrato com boa qualidade proporciona retenção de água suficiente para a germinação e o bom desenvolvimento das raízes, além de permitir a emergência das plântulas.

Observando a variável tamanho do hipocótilo, houve diferença significativa entre os tratamentos que variaram de 22,6 a 78,2 mm para CM+MU (2:1) e MU respectivamente. Oliveira et al. (2013) obtiveram resultados semelhantes quando utilizou mistura de substratos comerciais com compostos orgânicos, com variação de 30,4 à 80,8 mm, sendo que aqueles tratamentos que haviam sido incrementados com matéria orgânica demonstraram maior altura de plântulas aos 15 dias após semeadura, quando comparados com o tratamento testemunha, que continha apenas o substrato comercial. Steffen et al. (2010) também afirmam que quando adicionado húmus, esterco bovino e casca de arroz carbonizada à

Tabela 3. Rendimento dos compostos produzidos, em porcentagem, nos 90 dias de compostagem

Tratamentos	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Rendimento (%)
BC+CF	17,67	10,5	40,57
MU+CF	26,46	14,5	45,20
CM+BC	7,87	5,5	30,11
CM+MU	15,1	10,25	32,11
MU	20,37	14	31,27

Tabela 4. Radícula, altura do hipocótilo, peso inicial e peso seco de mudas de tomates semeados em diferentes tratamentos: BC+CF (2:1), MU+CF (2:1), CM+CA (2:1), CM+MU (2:1) e MU. (cada valor representa a média de quatro repetições)

Tratamentos	Rádícula (mm)	Altura hipocótilo (mm)	Diâmetro do caule (mm)	Massa da matéria seca (g)
BC+CF (2:1)	25,36b	72,06 a	1,17 a	0,09b
MU+CF (2:1)	28,72a	75,42 a	1,19 a	0,15a
CM+BC (2:1)	21,35c	29,99 b	0,77 b	0,03c
CM+MU (2:1)	24,59b	22,6 b	0,80 b	0,02c
MU (2:1)	28,97a	78,25 a	1,36 a	0,13a
<b>CV (%)</b>	5,33	9,78	15,68	11,80

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

substratos comerciais para produção de mudas de tomate, o resultado é satisfatório e as plântulas atingem maior altura, devido principalmente às melhorias físicas (aeração, porosidade, densidade, entre outros), que a mistura e adição de matéria orgânica traz ao substrato. Costa et al. (2007) avaliaram diferentes combinações de substratos utilizando fibra de coco e resíduo de algodão e também obteve resultados semelhantes, com variação da altura de plantas entre 23,7 e 68,1 mm. Porém, essa avaliação foi feita aos 28 dias após a semeadura, o que indica valores abaixo dos encontrados por este trabalho.

Em relação a massa de matéria seca, houve diferença significativa entre os tratamentos, variando de 0,02 a 0,15 g. Resultados semelhantes aos tratamentos com as menores médias (CM+BC e CM+MU) foram encontrados por Rodrigues et al. (2010), quando utilizaram proporções maiores de matéria orgânica misturada ao solo como substrato (79% de solo e 21% de composto orgânico), do que em tratamentos que continham menor proporção de matéria orgânica (93% de solo e 7% de composto orgânico), apesar das avaliações terem sido feitas aos 33 dias após emergência. Os resultados desse autor variaram de 0,04 à 0,07 g. Houve discrepância quanto aos tratamentos que apresentaram os maiores valores para massa de matéria seca, ficando acima dos valores obtidos pelo mesmo autor acima, sendo que tais tratamentos eram os que continham o murumuru na composição do substrato. Silveira et al. (2002) obtiveram valores para massa de matéria seca da parte aérea variando entre 0,01 e 0,08 g quando avaliaram tratamentos utilizando pó de coco,

húmus de minhoca e substrato comercial Plantmax®, aos 25 dias após semeadura.

Para os valores obtidos de diâmetro do caule, com variação entre 0,77 a 1,36 mm, percebe-se que ficaram abaixo de valores obtidos por Teixeira et al. (2015), em tratamento utilizando composto orgânico, o qual era constituído por resíduos de horta e folhas de árvores, principalmente, obtendo valor de 1,6 mm. Ainda assim, o tratamento que mais se aproximou deste valor foi o substrato constituído apenas pelo murumuru. Costa et al. (2007) obtiveram valores de diâmetro da base do hipocótilo variando entre 0,88 à 1,78 mm, sendo que este último foi encontrado nas plântulas que estavam sobre substrato comercial Hortimix®.

Pode-se observar, ainda, que nos tratamentos contendo MU em igual proporção com os outros materiais (BC ou CM) houve tendência de melhor crescimento das mudas, ou seja, quando o MU é colocado em maior quantidade aumenta o desenvolvimento da muda. Campos e Uchida (2002) citam o diâmetro do colo como um bom indicador da qualidade da muda para a sobrevivência e crescimento após o plantio no local definitivo. Taiz e Zeiger (2004) ressaltam que, as plantas com maior diâmetro de colo apresentam maiores tendências à sobrevivência, principalmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

O sistema de compostagem em sacos de nylon mostrou-se tecnicamente viável, permitindo a maturação dos materiais empregados nos compostos orgânicos. A utilização do murumuru como substrato para produção de mudas de tomate se mostrou bastante adequada, devido a obtenção dos melhores valores para tamanho de radícula, altura de hipocótilo, diâmetro de caule e massa de matéria seca neste tratamento.

## Conclusões

Após 90 dias, por meio de observações da coloração e temperatura, os compostos estão prontos para serem utilizados.

Os compostos que apresentaram melhores resultados referente às análises químicas foram o murumuru + cama de frango (MU+CF); casca de mandioca + murumuru (CM+MU); e murumuru (MU).

O tratamento MU+CF foi o mais adequado para utilização como substrato para produção de mudas de tomate.

## Literatura Citada

- AZEVEDO, L. A. S. 1997. Manual de quantificação de doenças de plantas. São Paulo, SP, Novartis Biociências. 11 p.
- BAETA-HALL, L. et al. 2003. A compostagem como processo de valorização dos resíduos na extração de azeite em contínuo. Boletim de Biotecnologia da UME (Brasil) 1:31-37.
- BARREIRA, L. P. 2009. Processos de compostagem e sistemas de triagem e compostagem de resíduo sólido urbano orgânico. In: Silva, F. C. et al. Gestão pública de resíduo sólido urbano: compostagem e interface agro-florestal. Botucatu, SP, FEPAP. pp.56.
- BERNAL, M. P.; ALBUQUERQUE, J. A.; MORAL, R. 2009. Manure composting and chemical criteria for compost maturity assessment: a review. Bioresource Technology 100:5444-5453.
- BEZERRA, V. S. 2012. Considerações sobre a palmeira Murumuruzeiro (*Astrocaryum murumuru* Mart.). Macapá, AP, EMBRAPA AMAPÁ. 6p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2009. Instrução Normativa nº 25, de 23 julho de 2009. Aprova as definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos substratos para plantas, constante do anexo desta instrução normativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 Jul. Seção 1.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 481, de 3 de outubro de 2017. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. Brasília, DF, Diário Oficial da União.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. 2002. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. Pesquisa Agropecuária Brasileira 37(3):281-288.
- CEZAR, V. R. S. 2005. Efeito do processo de compostagem sobre a solubilização e a eficiência agrônômica de diferentes fontes de fósforo. Botucatu, SP, UNESP. 66p.
- COSTA, C. A. et al. 2007. Fibra de coco e resíduo de algodão para substrato de mudas de tomateiro. Horticultura Brasileira 25:387-391.
- COTTA, J. A. O. et al. 2015. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. Engenharia Sanitária Ambiental (Brasil) 20(1):65-78.
- CRUZ, C. V. et al. 2017. Características físicas e químicas na compostagem do lodo de esgoto com três tipos de materiais estruturantes. In: Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 8. Curitiba, PR. Curitiba, Instituto Venturini. pp.1-7.
- DAÍ PRA, M. A. et al. 2009. Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos. Porto Alegre, RS, Editora Evangraf Ltda. pp.46.
- ECHER, M. M. et al. 2007. Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. Semina: Ciências Agrárias (Brasil) 28(1):45-50.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1997. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA /CNPS. 247p.
- FARIAS, W. C. F. et al. 2012. Caracterização física de substratos alternativos para produção de mudas. Agropecuária Científica no Semiárido (Brasil) 8 (3):1-5.

- FERREIRA, D. F. 2014. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia (Brasil)* 38(2):109-112.
- FILGUEIRA, F. A. R. 2013. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG, UFV. 421p.
- GALDINO, A. P. P. 2007. Estudo de mercado de andiroba, buriti e murumuru. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Disponível em: <<http://doczz.com.br/doc/272688/estudo-de-mercado-de-andiroba-buriti-e-murumuru>>. Acesso em: 26 out. 2017.
- GOMES, W. R.; PACHECO, E. 1988. Composto Orgânico. Lavras, MG, ESAL. Boletim Técnico n. 11.
- INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. 2009. Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro, RS, EMBRAPA SOLOS. 156p.
- KIEHL, E. J. ed. 2002. Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba, SP. 171p.
- LEAL, M. A. A. et al. 2013. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(11):1195-1200.
- MAIA, C. M. B. F. et al. 2003. Compostagem de Resíduos Florestais: um guia para produção de húmus através da reciclagem e aproveitamento de resíduos florestais. Colombo, PR, EMBRAPA FLORESTAS. Documentos n. 87.
- MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. 2008. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* 32:101-110.
- MOTA, L. H. S. O. et al. 2015. Processo de compostagem e qualidade dos compostos produzidos a partir de diferentes resíduos orgânicos. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 10º, Rio Branco, AC. Rio Branco, AC, IFAC. pp.563-569.
- OLIVEIRA, G. H. P. et al. 2015. Viabilidade técnica no uso de sacos de nylon para o processo de compostagem. In: Reunião Anual da SBPC, 66º, Rio Branco, AC. Rio Branco, AC, UFAC.
- OLIVEIRA, J. R.; XAVIER, F. B.; DUARTE, N. F. 2013. Húmus de minhoca associado a composto orgânico para a produção de mudas de tomate. *Revista Agrogeoambiental (Brasil)* 5(2):79-86.
- OLIVEIRA, L. H. S. 2008. Processo de compostagem e qualidade dos compostos produzidos a partir de diferentes resíduos orgânicos. Monografia. Fortaleza, CE, UFC. 72p.
- PEREIRA NETO, T. J. 2007. Manual de compostagem: processo de baixo custo. Viçosa, MG, UFV. 81p.
- PEREIRA NETO, T. J. 2010. Manual de compostagem, processo de baixo custo. 2. ed. Viçosa, MG, UFV. 81p. (Série Soluções).
- RODRIGUES, E. T. et al. 2010. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* 28:483-488.
- SILVA DE LIMA, R. L. et al. 2008. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. *Revista Caatinga (Brasil)* 21(5):102-106.
- SILVA Jr, A. A.; VISCONTI, A. 1991. Recipientes e substratos para a produção de mudas de tomate. *Agropecuária Catarinense (Brasil)* 4(4):20-23.
- SILVA, M. C. et al. 2003. Compostagem em Portugal. Escola Superior de Biotecnologia. Disponível em: <<http://www.esb.ucp.pt>>. Acesso em: 06 mai. 2018.
- SILVA, V. P. 2012. Avaliação da torta de murumuru na alimentação de ovinos - desempenho de cordeiros em crescimento. In: Seminário de Iniciação Científica da UFPA. Belém, PA, UFPA. p.1.
- SILVEIRA, E. B. et al. 2002. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. *Horticultura Brasileira* 20(2):211-216.
- SOUSA, J. A. et al. 2004. Manejo de Murumuru (*Astrocaryum* spp.) para produção de frutos. Rio Branco, AC, Secretaria de Extrativismo e Produção Familiar. Documento Técnico n.1. 30p.

- STEFFEN, G. P. K. Z. I. et al. 2010. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. *Acta Zoológica Mexicana* 2:333-343.
- SUNDBERG, C. et al. 2011. Characterisation of source-separated household waste intended for composting. *Bioresource Technology* 102:2859-2867.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2004. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre, RG, Artmed Editora S/A. 438p.
- TEIXEIRA, L. B. et al. 2006. Compostagem: lixo orgânico, urbano e resíduos da agroindústria do Açaí. Belém, PA, EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. 85p.
- TEIXEIRA, S. O. et al. 2015. Produção de mudas de tomateiro com mistura de substratos alternativos. In: *Seminário de Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos*, 3. Alta Floresta. *Conservação de Solos na Amazônia Meridional*. Cáceres, Ppgbioagro. pp.479-483.
- VESPA, I. C. G.; LUCAS JUNIOR, J. 2006. Características minerais e energéticas do lixo urbano em processo de compostagem e biodigestão anaeróbia. *Revista Energia na Agricultura (Brasil)* 21(2):61-80.



## ADENSAMENTO POPULACIONAL EM PLANTAS DE MILHO VERDE CULTIVADO NA MESORREGIÃO DO LESTE MARANHENSE

<sup>1</sup>Rafael Mendes de Sousa, <sup>2</sup>Mariléia Barros Furtado, <sup>2</sup>Dansley Pinheiro de Sousa, <sup>2</sup>Franciclaudio Soares, <sup>2</sup>Isaias dos Santos Reis, <sup>2</sup>Luana de Oliveira Viana.

<sup>1</sup>CCA, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís - MA, rafaelmendes\_sousa@hotmail.com;  
<sup>2</sup>CCAA, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha - MA, marileiafurtado@hotmail.com; danspii@live.com; franciclaudiosoares@hotmail.com; santos.isaias78@gmail.com; luana.agro@outlook.com.

O milho verde possui elevada importância econômica, social e cultural para o nordeste brasileiro e vem ganhando espaço cada vez maior na indústria e no mercado internacional. Dentre os fatores que afetam significativamente o seu cultivo destaca-se a densidade de plantas, a qual pode ser manipulada mediante a alteração do espaçamento entre fileiras. Diante disso, objetivou-se avaliar o desempenho de uma cultivar destinada à produção de milho verde, conduzida em cinco diferentes espaçamentos entre fileiras (1,00; 0,83; 0,70; 0,62; 0,55 m). Foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas, diâmetro do colmo, comprimento de espiga, diâmetro da espiga, peso da espiga, número de grãos por fileira de espiga, número de fileiras da espiga, índice de espigas e produtividade. As maiores alturas de plantas foram observadas nas maiores densidades populacionais. A menor densidade populacional proporcionou os maiores valores de peso da espiga e número de grãos por fileira. As maiores produtividades foram obtidas nos espaçamentos de 0,55 e 1,00 m (6,5 e 6,7 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Recomenda-se, para a cultivar BR 5037 Cruzeta, nas condições avaliadas, o uso do espaçamento de 1,00 m entre fileiras.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, cerrado, espaçamento, produtividade.

**Populational spacing densification in green corn plants grown at east region of Maranhão State.** Green corn has a high economic, social and cultural importance for the Brazilian Northeast and has been gaining increasing space in industry and in the international market. Among the factors that significantly affect its cultivation is the plant density, which can be manipulated by changing the row spacing. The objective of this study was to evaluate the performance of a cultivar for the production of green maize, conducted in five different row spacings (1.00, 0.83, 0.70, 0.62, 0.55 m). The following characteristics were evaluated: plant height, stem diameter, ear length, ear diameter, ear weight, number of grain per row of ear, number of ear rows, ear index and yield. The highest plant heights were observed at the highest population densities. The lower population density provided the highest values of spike weight and number of grains per row. The highest yields were obtained at the spacings of 0.55 and 1.00 m (6.5 and 6.7 Mg ha<sup>-1</sup>, respectively). It is recommended, for the cultivar BR 5037 Cruzeta, under the conditions evaluated, the use of spacing of 1.00 m between rows.

**Key words:** *Zea mays*, cerrado, spacing, yield.

## Introdução

O milho verde é utilizado tanto para o consumo in natura quanto para a fabricação de produtos alimentícios. Apesar de sua produção ser inferior comparada àquela de grãos secos, seu cultivo no Brasil vem crescendo ao longo dos anos devido ao valor agregado do produto e de seus derivados. Possui papel importante na culinária brasileira e sua demanda encontra-se em fase de crescimento, principalmente nos grandes centros urbanos (Cardoso et al., 2011).

Devido à importância da cultura do milho verde para o Brasil, a demanda pela adoção de técnicas de semeadura e de cultivo que visem ao aumento da produtividade é fundamental para o desempenho adequado dos produtores no mercado, por tratar-se de informações valiosas, sobretudo para os pequenos produtores da região norte e nordeste do Brasil, onde esta cultura possui expressivo significado. De acordo com Silva et al. (2015) uma das informações que mais afetam o rendimento é a distribuição espacial das plantas.

Os híbridos modernos apresentam características como ciclo curto, baixo porte e reduzido número de folhas, e podem responder de forma positiva ao incremento da densidade de plantas, em virtude da maior interceptação da radiação solar. Embora o aumento da densidade possa promover acréscimos na produtividade, esse potencial é limitado, uma vez que, em virtude da baixa plasticidade foliar e estrutura reprodutiva monóica, o milho sofre com a competição de suas inflorescências por fotoassimilados (Rocha et al., 2016).

Nesse sentido, o arranjo populacional de plantas é apontado na literatura como um dos fatores que afetam a produtividade, podendo influenciar o desempenho econômico do produtor. Para a cultura do milho cada vez mais se tem aumentado o incentivo pelo uso de espaçamentos reduzidos e o uso de novas cultivares para a condução da lavoura em condições mais adensadas tem proporcionando maior rendimento aos produtores (Skonieski et al., 2014).

Conforme revisaram Brachtvogel et al. (2012), o uso de espaçamentos reduzidos pode aumentar a taxa de crescimento inicial da cultura, de modo a permitir uma melhor interceptação e uso da radiação solar. Isso pode conduzir a um maior rendimento devido ao incremento da atividade fotossintética líquida. De acordo com os mesmos, normalmente, plantas de baixo

porte toleram maiores populações de plantas, com manutenção da uniformidade das espigas.

Incrementos na produtividade em função do aumento da densidade foram relatados por Ubert et al. (2014) que também observaram que, apesar disso, ao atingir um determinado ponto o aumento da densidade provocava decréscimo na produtividade. Os autores destacaram que a maior produtividade foi obtida na densidade de 60.000 pl. ha<sup>-1</sup> e acima desta houve declínio na produtividade, possivelmente devido a fatores ambientais, como o déficit hídrico, que somado à competição mais acentuada entre as plantas foi mais severo.

A utilização de menores espaçamentos permite também aumentar a eficiência do uso do maquinário agrícola, possibilidade do emprego de uma mesma semeadora para o plantio da soja e do milho, quando se usa o mesmo espaçamento para ambos, por exemplo. Permite também um controle eficiente da vegetação espontânea através do manejo cultural, por meio do adensamento (Fornasieri Filho, 2007) e maior eficiência no uso da área através da obtenção de maiores estandes, o que pode contribuir para o aumento da produtividade (Mohammadi et al., 2012).

Todos estes benefícios do uso de menores espaçamentos entre fileiras concorrem para um único ponto: aumento do rendimento econômico do produtor. Quanto maior a produtividade maior poderá ser o desempenho econômico, mas a definição do espaçamento ideal deverá considerar também as características da cultivar (Al-suhaibani et al., 2013).

Assim, objetivou-se avaliar a influência de diferentes espaçamentos entre fileiras sobre o desempenho do milho verde cultivado em Latossolo Amarelo Distrófico nas condições edafoclimáticas da região de Cerrado do Leste Maranhense.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido entre os meses de fevereiro a maio de 2016 no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, localizado no município de Chapadinha (3° 44' 30''S, 43° 21' 37''W e 105 m de altitude). O clima é classificado como tropical úmido, com temperatura média anual superior a 27°C, máximas de 37°C e mínimas de 21°C (Selbach e Leite, 2008).

O experimento foi realizado em condições de sequeiro, durante o período chuvoso, sem o uso de irrigação. Os dados de precipitação e temperatura durante o período de condução do experimento encontram-se ilustrados nas Figura 1 e 2.

O solo da área experimental é classificado, segundo Santos et al. (2013), como Latossolo Amarelo Distrófico e foi manejado nos últimos cinco anos de forma convencional. Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm para a sua quantificação química e física, antes da instalação do experimento, descritas a seguir: pH

( $\text{CaCl}_2$ ) = 4,80;  $\text{Al}^{+3}$  ( $\text{cmolc dm}^{-3}$ ) = 0,00;  $\text{Ca}^{+2}$  ( $\text{cmolc dm}^{-3}$ ) = 2,66;  $\text{Mg}^{+2}$  ( $\text{cmolc dm}^{-3}$ ) = 0,64; P ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) = 17,80; K ( $\text{cmolc dm}^{-3}$ ) = 0,07; Matéria orgânica ( $\text{g kg}$ ) 21,10; V (%) = 59,2; Soma de bases ( $\text{cmolc dm}^{-3}$ ) 3,37; CTC ( $\text{cmolc dm}^{-3}$ ) = 5,68; Argila (%) = 14; Silte (%) = 42; Areia (%) = 54. As análises químicas e físicas do solo foram realizadas no Laboratório de Solos da Universidade Estadual do Maranhão.

A área foi manejada de forma convencional, onde se utilizou a grade aradora seguida da grade niveladora, antes da instalação do experimento.

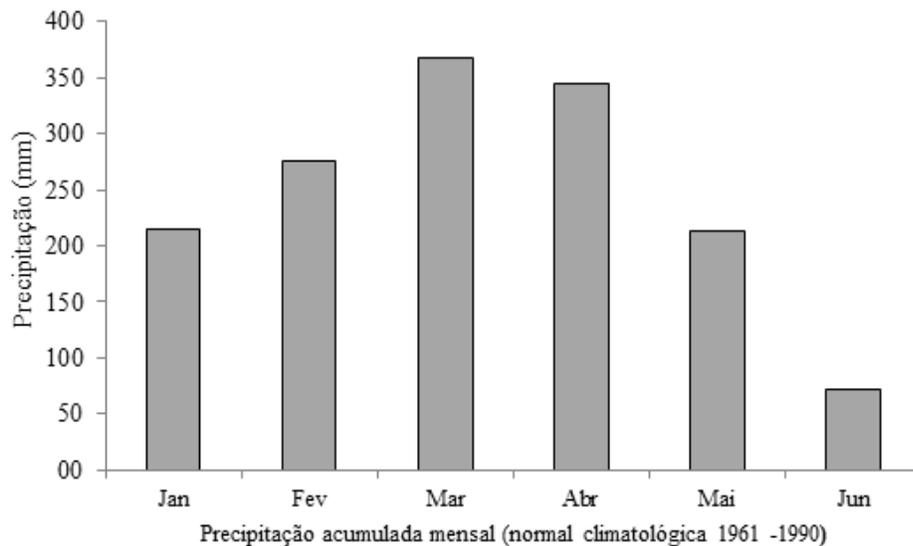


Figura 1. Precipitação acumulada mensal, Chapadina - MA - 2016 (fonte. INMET) .

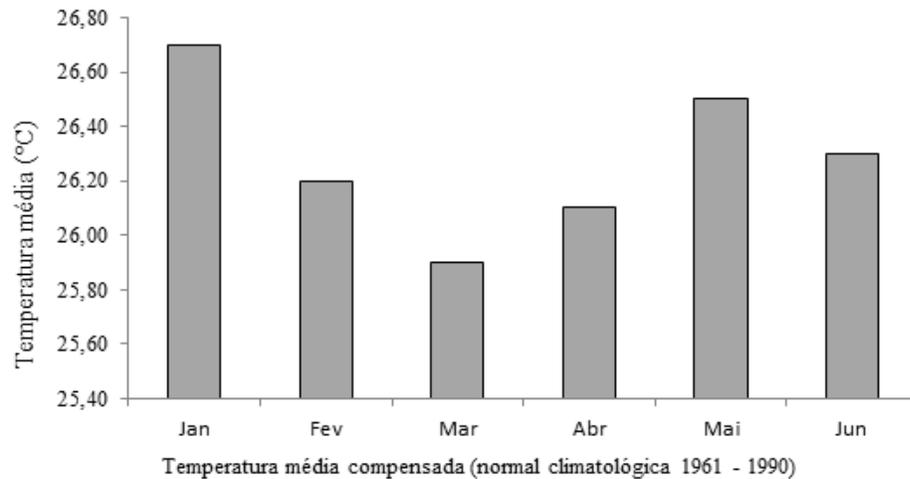


Figura 2. Temperatura média compensada mensal, Chapadina - MA - 2016 (fonte. INMET) .

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram de diferentes espaçamentos entre linhas de plantas de milho (1,00; 0,83; 0,70; 0,62; 0,55 m) que corresponderam às diferentes densidades populacionais: (50.000; 60.240; 71.428; 80.645; 90.909 pl ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Portanto, o adensamento populacional se referiu apenas ao espaçamento entre linhas, permanecendo o mesmo número de plantas por linha de semeadura (5 plantas por metro linear).

As parcelas apresentaram dimensões de 4 m de comprimento e 5 m de largura onde foram obtidos diferentes números de fileiras por tratamento (5, 6, 7, 8 e 9 fileiras, respectivamente).

Foi utilizada a cultivar BR 5037 Cruzeta, que é uma variedade de ciclo precoce (90 dias), porte baixo e elevada tolerância ao estresse hídrico. A semeadura foi realizada manualmente, no dia 27 de Fevereiro de 2016, utilizando barbantes pré-marcados com os diferentes espaçamentos entre fileiras, de acordo com a metodologia utilizada por Bezerra et al. (2009). Foram semeadas quatro sementes por cova, a fim de garantir adequado estande de semeadura, realizando-se posteriormente o desbaste aos 15 DAS.

A adubação de plantio consistiu da aplicação de 25 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 4 kg ha<sup>-1</sup> de Zn, com base nos resultados da análise de solo e de acordo com as recomendações de Ribeiro et al. (1999).

Fez-se duas adubações de cobertura aos 15 e 30 dias após a emergência das plântulas, empregando-se 60 e 30 kg de N ha<sup>-1</sup>, aplicados a lanço, respectivamente. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, através de três capinas aos 15, 30 e 45 DAS.

Após a emergência, foram selecionadas e identificadas, em cada parcela experimental, três plantas para o acompanhamento do crescimento. As avaliações de crescimento foram realizadas a partir dos 15 dias após a emergência (DAE) e repetidas quinzenalmente ao longo do período de condução do experimento. Foram avaliadas as variáveis: altura de plantas e diâmetro do colmo. A altura de plantas foi medida com auxílio de fita métrica a partir do colo da planta à altura da última folha totalmente expandida e o diâmetro do colmo foi medido com auxílio de

paquímetro manual inicialmente a 5 cm e posteriormente a 10 cm acima da superfície do solo.

A colheita do milho verde procedeu-se aos 70 DAS. A área útil utilizada para a colheita apresentou dimensões que variaram conforme o espaçamento utilizado, descontando-se 0,5 m entre as extremidades de cada linha de plantio. Assim a área útil possuiu valores de 6,00; 7,47; 6,3; 7,44; 8,25 m<sup>2</sup>, respectivamente, para os espaçamentos de 1,00; 0,83; 0,70; 0,62; 0,55 m. Após estes procedimentos avaliaram-se em 10 plantas por parcela, as seguintes características agronômicas: comprimento da espiga; diâmetro de espiga; número de fileiras por espiga; número de grãos por fileira de espiga; índice de espigas; produtividade de espigas comerciais, com e sem palha e peso médio de espiga.

Após a colheita, foi determinada a resistência mecânica à penetração no solo em dois pontos por parcela, até a profundidade de 30 cm. Nesse momento, foram coletadas amostras de solo em cada uma das parcelas, na profundidade de 0-20 cm, a fim de se determinar o teor de água. Utilizou-se o método de determinação convencional, a partir do qual as amostras de solo foram secas em estufa a temperatura de 60°C até atingirem massa constante.

Para a obtenção dos dados de resistência mecânica à penetração utilizou-se o penetrômetro de impacto modelo IAA/ Planalsucar - Stolf, com massa total de 7,5 kg e êmbolo de 4 kg, altura da haste de 70 cm e haste de suspensão do êmbolo de 40 cm.

Os dados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância. Quando a hipótese de nulidade foi rejeitada procedeu-se a comparação de médias, pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o programa Infostat® (Di Rienzo et al., 2015).

## Resultados e Discussão

Os tratamentos apresentaram efeito significativo sobre a altura de plantas, diâmetro do colmo, peso da espiga, número de grãos por fileira de espiga, índice de espigas e produtividade. Diferença significativa entre os tratamentos, em relação à resistência mecânica à penetração das raízes, foi constatada somente na camada de 0,2 a 0,3 m. Os maiores valores de resistência mecânica à penetração foram constatados

nos espaçamentos 0,70 e 0,62 m na referida camada. O desempenho inferior das plantas cultivadas nestes espaçamentos pode estar relacionado à maior compactidade do solo atestada nestes espaçamentos. Os dados de Resistência Mecânica à Penetração e de teor de água se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de resistência mecânica à penetração, em MPa, nos diferentes espaçamentos e profundidades de solo

Espaçamentos (m)	Profundidade (m)			Teor de água (%)
	0,0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3	
1,00	3,53 a	3,13 a	3,06 b	10,23 a
0,83	4,62 a	5,13 a	4,53 ab	6,69 a
0,70	4,49 a	5,82 a	5,64 a	6,79 a
0,62	4,77 a	5,22 a	5,13 a	6,71 a
0,55	4,01 a	4,44 a	4,36 ab	6,84 a
CV	34,11	35,04	25,34	31,72
p	0,7655	0,2555	0,0701	0,2081

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade

Conforme ressaltam Paulucio et al. (2014), as características físicas do solo interferem diretamente na produtividade e desempenho de qualquer cultura. A resistência à penetração é uma das mais importantes destas características e está relacionada à capacidade de exploração do solo pelo sistema radicular. Quanto mais denso ou compactado for o solo maior será a resistência à penetração. A ausência de diferença significativa na camada de 0-0,20 m, possivelmente se deve ao fato de que a camada adensada presente nas manchas de solo da área experimental estava abaixo de 0,20 m o que teria provocado diferenças nas condições de solo, como consequência de condições heterogêneas de compactidade devido a manejos anteriores. É possível que tenha ocorrido uma elevada retenção de umidade nos primeiros 20 cm nas parcelas cultivadas no espaçamento de 1,00 m, provavelmente, devido à existência de camadas de impedimento, as quais podem reter consideráveis concentrações de água na subsuperfície, uma vez que se localizam em maiores profundidades.

De modo geral, os espaçamentos de 1,00, 0,62 e 0,55 m proporcionaram formação de plantas mais altas durante todo o período de

condução do experimento (Tabela 2). Isso pode estar relacionado ao fato de maiores espaçamentos entre plantas possibilitarem um ambiente com menor competição por recursos, especialmente água, luz e nutrientes, e conseqüentemente, propiciarem o melhor desenvolvimento das plantas, sobretudo quando cultivadas em solo com menor impedimento mecânico.

Nascimento et al. (2012) ao estudar dois espaçamentos (0,45 e 0,90 m) no desempenho do milho, observaram diferença significativa apenas para altura de plantas, com plantas de maior porte em espaçamentos de 0,90 m, resultado semelhante ao encontrado nesse estudo, o que evidencia que os maiores espaçamentos em certas circunstâncias, podem também proporcionar maior crescimento das plantas.

As maiores alturas observadas nos espaçamentos mais adensados, por sua vez, poderiam estar relacionadas também à competição intraespecífica que se estabelece nestas condições levando às plantas a crescerem em busca de luz. Espaçamentos reduzidos podem provocar sinais de estiolamento nas plantas e conseqüente queda de produtividade, conseqüências estas não observadas no presente estudo. Provavelmente, os espaçamentos avaliados não proporcionaram um adensamento capaz de provocar a competição luminosa suficiente para reduzir o desempenho das plantas via estiolamento.

Foi observado efeito significativo dos espaçamentos avaliados sobre o diâmetro do colmo das plantas (Tabela 3). Os menores valores médios de diâmetro do colmo observados nos espaçamentos de 0,83 e 0,70 m ao longo de todo o experimento podem estar relacionados à disposição destas plantas em manchas

Tabela 2. Valores médios para altura de plantas (cm) obtidos aos 15, 30, 45 e 60 DAE

Espaçamentos (m)	Características			
	15 DAE	30 DAE	45 DAE	60 DAE
1,00	39,70 a	102,5 a	196,11 a	197,00 a
0,83	27,30 c	66,78 b	148,92 b	141,68 c
0,70	32,43 b	94,68 a	148,11 b	168,51 b
0,62	41,82 a	98,73 a	195,82 a	193,50 a
0,55	41,92 a	102,90 a	195,78 a	199,57 a
CV	8,07	9,74	8,48	6,63
p	<0,0001	0,0005	0,0004	0,0001

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 3. Valores médios para diâmetro do colmo obtidos aos 15, 30, 45 e 60 DAE

Espaçamentos (m)	Características			
	15 DAE	30 DAE	45 DAE	60 DAE
1,00	0,61 c	1,99 a	2,01 a	2,07 a
0,83	0,71 bc	1,30 b	1,44 b	1,79 ab
0,70	0,85 ab	1,64 b	1,69 ab	1,72 b
0,62	0,95 a	1,72 a	1,79 a	1,82 ab
0,55	0,99 a	1,74 a	1,83 a	1,89 ab
CV	11,93	13,95	11,39	10,82
p	0,0006	0,0188	0,0210	0,2049

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade

de solo mais compactadas, impedindo o pleno desenvolvimento das plantas.

Os colmos mais espessos observados no espaçamento de 1,00 m provavelmente são resultantes de plantas sujeitas a menores níveis de competição. Por outro lado, os maiores diâmetros observados nos menores espaçamentos (0,62 e 0,55 m) aos 15, 30 e 45 DAE, provavelmente são resultantes de uma distribuição mais eficiente da interceptação da radiação solar, a qual proporcionaria às plantas maior eficiência na realização da fotossíntese. Maiores diâmetros de colmo em menores espaçamentos também foram constatados por Bachtvogel et al. (2012).

Souza et al. (2012) observaram tendências de redução do diâmetro do colmo de plantas de milho doce em condições do Noroeste do Paraná, o que não foi observado no presente estudo.

O comprimento da espiga e diâmetro da espiga são características fenotípicas normalmente determinadas pelo genótipo da planta e, portanto, não

tendem a diferir entre tratamentos quando apenas um genótipo é avaliado, o que ajuda a explicar a ausência de diferença significativa observada neste estudo (Tabela 4).

O maior peso médio de espiga despalhada foi observado no maior espaçamento entre fileiras (1,00 m). Plantas dispostas em maiores espaçamentos competem menos por água, radiação solar e nutriente, podendo, portanto, expressar com maior intensidade seu potencial genético. Assim, o peso das espigas tende a ser maior nos espaçamentos

maiores devido a maior disponibilidade de nutrientes para as plantas nestas condições.

Conforme revisou Cardoso et al. (2010), o adensamento é uma alternativa para aumentar a interceptação da radiação solar, mas, esta prática deve ser compatível com a tecnologia empregada para a cultura para que não ocorra inibição da fotossíntese e adequada alocação de fotoassimilados, podendo levar a redução do peso da espiga entre outros inconvenientes.

Lima et al. (2012) avaliando híbridos de milho (2B710, 2B707, 2B707) em três densidades populacionais (50 mil, 55 mil e 60 mil plantas ha<sup>-1</sup>) em condições ambientais do Leste Maranhense também constataram diminuição no peso médio das espigas, com o aumento da população de plantas.

O número de fileiras por espiga é uma característica genética e, portanto, é esperável a ausência de variação. Normalmente ocorre em números pares que não variam em um mesmo genótipo submetido a diferentes tratamentos.

Tabela 4. Valores médios para comprimento da espiga (COMP), diâmetro de espigas comerciais (DIAM), peso da espiga comercial (PESP), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e índice de espigas (INDES)

Espaçamentos (m)	Características					
	COMP (cm)	DIAM (cm)	PESP (Kg)	NFE (unid.)	NGF (unid.)	INDES (unid.)
1,00	30,61 a	4,87 a	0,20 a	12,83 a	35,40 a	0,78 a
0,83	29,00 a	4,61 a	0,13 b	12,60 a	28,03 b	0,68 b
0,70	30,08 a	4,67 a	0,14 b	12,90 a	28,10 b	0,41 c
0,62	30,45 a	4,85 a	0,14 b	11,95 a	30,75 b	0,42 c
0,55	30,00 a	4,89 a	0,15 b	13,00 a	28,60 b	0,50 c
CV (%)	7,47	7,05	15,89	7,02	8,24	11,36
p	0,8634	0,6810	0,0107	0,4954	0,0056	<0,0001

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade

O maior valor médio de número de grãos por fileira observado no maior espaçamento, 1,00 m, pode ser explicado devido a menor competição intraespecífica que se estabelece nestas condições, permitindo que as plantas cresçam sem maiores limitações de recursos e expressem de maneira mais significativa o seu potencial produtivo. Lima et al. (2012) também observaram diminuição do número de grãos por fileira com o aumento da densidade de plantas, o que também ajuda a explicar o maior peso de espigas em maiores espaçamentos, embora não tenha sido significativo como observado nesse estudo.

Os maiores valores médios de índice de espigas também foram observados nos maiores espaçamentos (1,00 e 0,83 m), o que provavelmente ocorreu devido a menor competição entre plantas, possibilitando que estas potencializem a sua capacidade reprodutiva em condições de maior disponibilidade de recursos naturais e de manejo. Souza et al. (2013) constataram redução na prolificidade de híbridos de milho doce com o incremento da população de plantas, evidenciando a possível interferência do adensamento no número de espigas produzidas por planta.

Os maiores valores médios de produtividade de espigas verdes comerciais, com e sem palha, foram

observados no maior (1,00 m) e menor (0,55 m) espaçamento. Maiores produtividades em espaçamentos adensados são normalmente relatadas, o que é explicado pelo maior número de plantas, permitindo maior eficiência no uso da área. A produtividade mais elevada observada no maior espaçamento pode estar relacionada ao maior desenvolvimento individual das plantas, o que permite a estas produzir espigas mais pesadas comparadas àquelas obtidas nos demais tratamentos (Figura 3).

Os híbridos precoces ou superprecoces respondem positivamente ao adensamento de plantas em virtude de normalmente possuírem menores estaturas, tamanho de folhas, área foliar por planta e sombreamento do dossel da cultura (Souza et al., 2013). Nesse contexto, vale afirmar que na realidade deste estudo, a precocidade associada a outras características da cultivar não proporcionou sombreamento suficiente que fosse capaz de reduzir a produtividade das espigas despalhadas em menores espaçamentos, embora reduções de peso de espigas e de número de grãos por fileira tenham sido constatadas.

Nota-se que apesar do provável efeito negativo do adensamento (provocando redução no peso da espiga

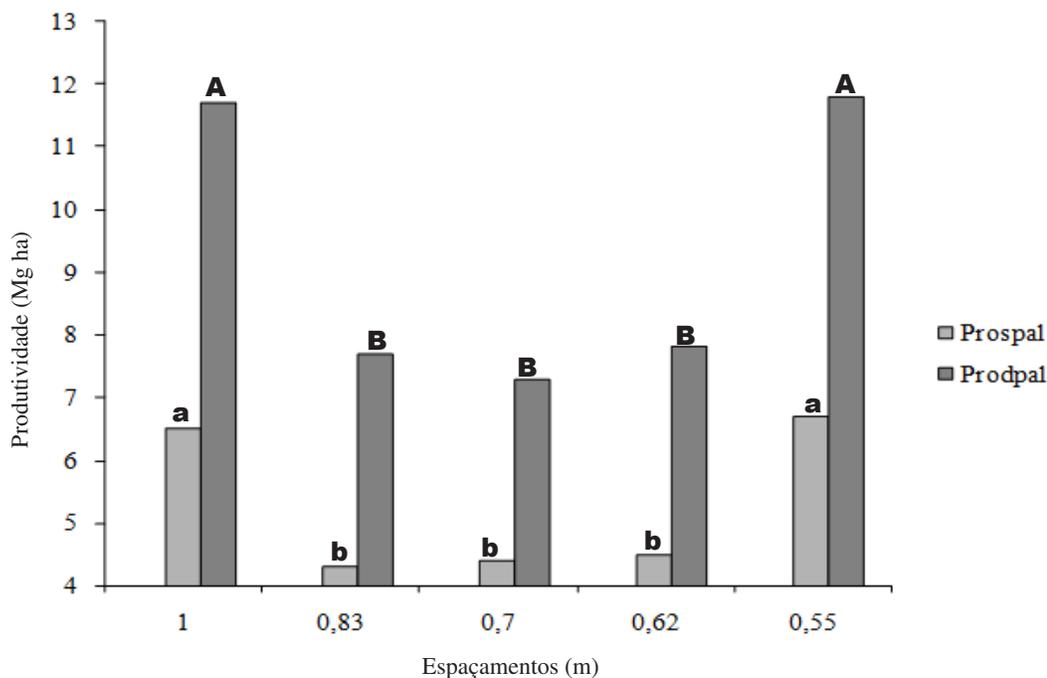


Figura 3. Produtividade de espigas verdes comerciais com (PRODPAL) e sem (PROSPAL) palha nos diferentes espaçamentos avaliados. \*Letras minúsculas e maiúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

e no número de grãos por fileira), a cultivar BR5037 Cruzeta respondeu positivamente ao adensamento populacional, o que é esperado para uma cultivar moderna e precoce, isto é, capaz de responder positivamente ao adensamento.

### Conclusões

As maiores produtividades de espigas verdes comerciais de milho com e sem palha foram obtidas nos espaçamentos de 0,55 m e 1,00 m, com densidades populacionais estimadas em 90.909 e de 50.000 pl ha<sup>-1</sup>, respectivamente, nas condições de Latossolo Amarelo Distrófico no Leste Maranhense. Recomenda-se para a cultivar BR5037 Cruzeta, nas condições avaliadas, o uso do espaçamento de 1,00 m entre fileiras, uma vez que este espaçamento demonstrou resultado similar ao de 0,55 m, podendo porém, em comparação ao último, possibilitar ao agricultor maior economia na compra de sementes e nos tratos fitossanitários.

### Literatura Citada

- AL-SUHAIBANI, N.; EL-HENDAWY, S.; SCHIMIDHALTER, U. 2013. Influence of varied plant density on growth, yield and economic return of drip irrigated faba bean (*vicia faba* L.). Turkish Journal of Yield Crops 2:185-197.
- BEZERRA, A. A. de C. et al. 2009. Características de dossel e de Características de dossel e de rendimento em feijão caupi ereto em diferentes densidades populacionais Pesquisa Agropecuária Brasileira 44(10):1239-1245.
- BRACHTVOGEL, E. L. et al. 2012. População, arranjo de plantas e a competição intra específica em milho. Revista Tropical Ciências Agrárias e Biológicas 6(1):75.
- CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q.; MELO, F. de B. 2011. Performance de cultivares de milho-verde no Município de Teresina, Piauí. Teresina, PI, Embrapa Meio-Norte. Comunicado Técnico n. 227.
- CARDOSO, M. J. et al. 2010. Rendimento de espigas verde de milho em relação ao espaçamento entre fileiras e a densidade de plantas. Horticultura brasileira 28:1432-1435.
- DI RIENZO, J. et al. 2015. Infostat software estadístico (Versão 2015).
- FORNASIERI FILHO, D. 2007. Manual da cultura do milho. Jaboticabal, SP, FUNEP. 576p.
- LIMA, C. F. de et al. 2012. Avaliação de híbridos de milho sob três densidades populacionais em fronteira agrícola no maranhão. Comunicata Scientiae 3:30-34.
- MOHAMMADI, G. R.; GHOBADI, M. E.; SHEIKHEH-POOR, S. 2012. Phosphate biofertilizer, row spacing and plant density effects on corn (*zea mays* L.) yield and weed growth. American Journal of Plant Sciences n. 3:425-429.
- NASCIMENTO, E. S. et al. 2012. Respostas de híbridos de milho a diferentes espaçamentos entre linhas. Nucleus 9(2):131-140.
- PAULUCIO, F. F. et al. 2014. Avaliação da compactação do solo em área de cerrado *sensu stricto* através do mapeamento da resistência à penetração. Biodiversidade 13(1):51-66.
- RIBEIRO, A. C. et al. ed. 1999. 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. 322p.
- ROCHA, L. J. F. N. da et al. 2016. Produção de espigas, silagem e grãos de milho em função da densidade de semeadura. Alegre, RS, Enciclopédia Biosfera 13(23):1054-1062.
- SANTOS, H. G. et al. 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3 ed. Brasília, DF, EMBRAPA. 353 p.
- SELBACH, J. F.; LEITE, J. R. S. A. 2008. Meio ambiente no baixo paranaíba: olhos no mundo, pés na região. São Luis, MA, EDUFMA. 216p.
- SILVA, F. H. da et al. 2015. Production components of corn as function of seed distribution along the planting row. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 19(12):1172-1179.
- SKONIESKI, F. R. et al. 2014. Corn plant arrangement and its effect on silage quality. Revista Brasileira de Zootecnia [online] 43(3):114-119.
- SOUZA, R. S. de et al. 2013. Elementos de produção de milho doce em diferentes densidades populacionais. Comunicata Scientiae 4:285-292.
- SOUZA, R. S. de et al. 2012. População de plantas e crescimento de milho doce. Cultivando o Saber (Brasil) 5(3):142-153.
- UBERT, I. de P. et al. 2014. Efeito de diferentes densidades na produtividade de grãos de milho (*Zea mays* L.) em espaçamento reduzido. Ramvi, Getúlio Vargas 1(1):1-20.

## PERDAS PÓS-COLHEITA DE HORTALIÇAS NO MERCADO VAREJISTA DE CHAPADINHA, MARANHÃO, BRASIL

*Ana Nayara Santana Sousa<sup>1</sup>, Edmilson Igor Bernardo Almeida<sup>1</sup>, Sabrina da Silva Nascimento<sup>2\*</sup>, Mayara da Silva Mendes<sup>1</sup>, Washington da Silva Sousa<sup>1</sup>, Paulo Alexandre Fernandes Rodrigues de Melo<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal do Maranhão/Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Campus IV, Chapadinha, Maranhão, Brasil, [aninha.nay@hotmail.com](mailto:aninha.nay@hotmail.com), [edmilson\\_i@hotmail.com](mailto:edmilson_i@hotmail.com), [mayara.out@hotmail.com](mailto:mayara.out@hotmail.com), [wssousa@gmail.com](mailto:wssousa@gmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista/Departamento de Solos e Adubos, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo, Brasil, [sabrina-ag-a@hotmail.com](mailto:sabrina-ag-a@hotmail.com); <sup>3</sup>Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, São Luís, Brasil, [pauloalexandrefernandes@outlook.com](mailto:pauloalexandrefernandes@outlook.com).

\*Autor para correspondência: [sabrina-ag-a@hotmail.com](mailto:sabrina-ag-a@hotmail.com)

O agronegócio de hortaliças contribui para o desenvolvimento do setor agrícola. As perdas pós-colheita são um dos principais problemas deste setor no estado do Maranhão, Brasil. O objetivo desta pesquisa foi identificar causas e possíveis soluções para diminuir as perdas pós-colheita no mercado varejista de Chapadinha. A pesquisa foi conduzida no ano 2016, através de entrevistas diretas, realizadas nos vinte principais pontos de comercialização de hortifrúts de Chapadinha. As entrevistas abordaram perguntas objetivas e subjetivas relacionados ao manuseio, armazenamento, comercialização e perdas pós-colheita de alface, batata, batata-doce, berinjela, cebola, cenoura, pepino, pimentão e tomate. As maiores perdas pós-colheita foram de berinjela (20,42%) > alface (14,34%) > tomate (14,11%) > batata (12,63%) pimentão (11,98%) > cenoura (11,13%) > pepino (11,05%) > cebola (10,44%) batata-doce > (9,27%). As principais causas de perdas pós-colheita foram as desordens fisiológicas e danos mecânicos. Dessa forma, técnicas de conservação e comercialização de hortaliças e o melhor planejamento na oferta dos produtos podem reduzir as perdas.

**Palavras-chave:** Comercialização, desperdício de alimentos, olerícolas, prejuízos.

**Post-harvesting loss of vegetables in the retailer market of Chapadinha, Maranhão, Brazil.** The agribusiness of vegetables contributes to the development of the agricultural sector. Post-harvest losses are one of the main problems of this sector in the state of Maranhão, Brazil. The objective of this research was to identify causes and possible solutions to reduce post-harvest losses in the Chapadinha retail market. The research was conducted in the year 2016, through direct interviews, carried out in the twenty principal points of commercialization of Chapadinha hortifrúts. The interviews addressed objective and subjective questions related to the handling, storage, commercialization and post-harvest losses of lettuce, potato, sweet potato, eggplant, onion, carrot, cucumber, peppers and tomatoes. The highest post-harvest losses were eggplant (20.42%)> lettuce (14.34%)> tomato (14.11%)> sweet potato (12.63%) sweet pepper (11.98%)> carrot, 13%)> cucumber (11.05%)> onion (10.44%) sweet potato> (9.27%). The main causes of post-harvest losses were physiological disorders and mechanical damage. In this way, vegetable preservation and marketing techniques and the better planning of product offerings can reduce losses.

**Key words:** Commercialization, waste of food, vegetable crops, damages.

## Introdução

As olerícolas constituem importante alimento devido a seus componentes nutricionais como vitaminas, sais minerais, carboidratos, fibras e outras substâncias que contribuem para a saúde humana (Filgueira, 2013). O agronegócio de hortaliças gera entre três e seis empregos diretos indiretos para cada hectare, devido à elevada exigência de mão-de-obra, desde o plantio até a comercialização (Tofanelli et al., 2009; Gasques et al., 2010)

A horticultura é uma atividade de grande relevância para o agronegócio e o Brasil apresenta-se como um importante produtor, pois no ano de 2014 a produção das 32 principais espécies atingiu 18,78 milhões de toneladas, distribuídas em 788 mil hectares (Fao, 2015; Beling, 2016). No estado do Maranhão, a produção de hortaliças é incipiente e os mercados consumidores são abastecidos por produtos oriundos de outros estados.

A cadeia produtiva das hortaliças tem conquistado avanços consideráveis, porém, ainda existem desafios e gargalos que precisam ser superados como, a redução de perdas nos processos de pós-colheita. Uma característica que contribui para a ocorrência de perdas no setor hortifrúti é a alta perecibilidade desses produtos que somada a fatores externos impõe problemas na comercialização (Vilela et al., 2003; Ribeiro et al., 2014).

O Brasil, que tem como uma das suas âncoras econômicas o setor agrícola, está presente na lista dos campeões de perdas na cadeia de produção e comercialização. Estima-se que cerca de 35 a 45% destes produtos vegetais são perdidos, desde a classificação e seleção das olerícolas na propriedade rural até a sua utilização pelo consumidor final (Tofanelli et al., 2009; Luengo e Calbo, 2011). Essas perdas podem ser de natureza quantitativa ou qualitativa, e ocasionam variação no valor comercial (Rinaldi, 2011).

As causas das perdas qualitativas e quantitativas são provenientes do manuseio, embalagens e/ou transporte inadequados; falta de uso da cadeia de frio; mão de obra inabilitada; precário desenvolvimento logístico dos complexos produtivos; carência de normas de padronização e classificação (Diniz, 2013).

Os elevados índices de perdas de hortifrúti no Brasil ocorrem especialmente durante as etapas de

comercialização (Nascimento et al., 2016). As perdas na comercialização reduzem a qualidade física, as quais podem ser originadas por fatores inerentes ao metabolismo do produto ou externo ao mesmo, causadas por danos mecânicos, fisiológicos e fitopatológicos (Barbosa, 2006).

Viabilizar a chegada do alimento produzido até a população, através da redução de perdas e desperdícios com a adoção de soluções eficientes ao longo da cadeia produtiva, configura uma das formas de garantir segurança alimentar e nutricional a todo o mundo (Fao, 2011).

Estudos que indiquem índices e causas confiáveis das perdas pós-colheita são de fundamental importância, e constitui requisito para a redução de desperdícios, aumento do lucro e a competitividade dos participantes da cadeia ao mesmo tempo em que colaboram para a permanência e a evolução da atividade econômica (Ribeiro et al., 2014).

Diante da grande relevância que as perdas pós-colheita representam para a cadeia produtiva de hortaliças, objetivou-se realizar um levantamento das perdas hortícolas no mercado varejista de Chapadinha, Maranhão, Brasil, com o intuito de identificar causas e possíveis soluções, que possam auxiliar em ações específicas ao setor, para que estes indicadores sejam reduzidos, melhorar a qualidade dos produtos ofertados e aumentar a rentabilidade da atividade comercial desenvolvida com hortícolas.

## Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida entre os meses de abril e junho de 2016, através de entrevistas diretas, realizadas nos vinte principais pontos de comercialização de hortifrúti, situados em Chapadinha, Maranhão, Brasil. Os principais estabelecimentos comerciais foram identificados por representatividade (importância, porte e popularidade), com o auxílio de consultas aos cadastros e alvarás municipais.

Questionário socioeconômico foi utilizado nas entrevistas aos estabelecimentos comerciais (Almeida et al., 2012a). Este era composto por perguntas objetivas e subjetivas relacionados ao manuseio, armazenamento, comercialização e perdas pós-colheita de hortaliças (alface, batata, batata-doce, berinjela, cebola, cenoura, pepino, pimentão e tomate).

Os fatores causais de perdas pós-colheita de hortaliças foram previamente inseridos no questionário e englobaram: danos mecânicos, desordens fisiológicas, injúrias fitopatológicas e biológicas (Chitarra e Chitarra, 2005).

O volume ofertado de hortaliças por semana ( $\text{kg.semana}^{-1}$ ) disponível para comercialização nos estabelecimentos foi quantificada. Os dados obtidos foram analisados por estatística descritiva, expressos em porcentagem (%).

## Resultados e Discussão

As perdas pós-colheita de hortaliças no mercado varejista de Chapadinha, foram ordenados em ordem decrescente: berinjela (20,42%) > alface (14,34%) > tomate (14,11%) > batata (12,63%) pimentão (11,98%) > cenoura (11,13%) > pepino (11,05%) > cebola (10,44%) batata-doce > (9,27%) (Tabela 1).

### Berinjela

O volume médio comercializado e perda de 12,70  $\text{kg.semana}^{-1}$  e 20,42% respectivamente, 17,86% dessa perda resultaram de fatores fisiológicos, 2,55% de danos mecânicos (Tabela 1).

As perdas por desordens fisiológicas ocorreram especialmente por murchamento, com caracterização de enrugamento e redução do brilho epidérmico. A berinjela é frequentemente comercialização a granel e sem refrigeração, que resulta na rápida perda de qualidade pós-colheita e aceitação comercial (Barbosa et al., 2012). Os danos mecânicos ocorreram por cortes

e amassamento nos frutos, causados pelo manuseio e transporte inadequados. As injúrias mecânicas reduzem o valor comercial e vida útil da berinjela (Kasat et al., 2007). Frutos amassados, com propriedades físicas comprometidas, apresentam aparência desagradável e são constantemente rejeitados pelos consumidores locais.

### Alface

O volume médio comercializado e a perda média total estimada de alface foram de 47,75 unidades.semana<sup>-1</sup> e 14,34%, respectivamente. As perdas da alface foram causadas, principalmente, por desordens fisiológicas (Tabela 1). As perdas de alface comercializada no município de Areia, Estado da Paraíba foi de 10,30% (Almeida et al., 2012a). As elevadas perdas fisiológicas em alface resultam das deficientes condições de comercialização e planejamento da quantidade ofertada, o que favorece o murchamento das folhas, devido à perda de água pelo processo de transpiração. A perda de água que ocorre após a colheita torna as hortaliças mais susceptíveis à deterioração e ao desencadeamento de reações fisiológicas depreciativas, a exemplo da degradação da clorofila (despigmentação), (Barbosa et al., 2012). Isso culmina, na rápida senescência do produto e inviabilização qualitativo-econômica da folhosa para negociação e consumo.

### Tomate

O volume médio comercializado de tomate foi de 226,50  $\text{kg.semana}^{-1}$  com perda de 14,11%, desse valor.

Tabela 1. Perdas de hortaliças na cidade de Chapadinha (MA) e volume médio comercializado em 2016

Hortaliças	V.M.C $\text{kg.semana}^{-1}$	P.M.T (%)	PERDAS PÓS COLHEITA (%)				C.V. (%)	E.P. (%)
			Fisio	Mec	Fito	Bio		
Berinjela	12,7	20,42	17,86	2,55	0	0	13,95	0,71
Alface	47,75 *	14,34	14,34	0	0	0	8,98	0,28
Tomate	226,5	14,11	6,34	7,76	0	0	16,65	0,52
Batata	103,5	12,63	10,73	1,26	0	0,63	28,5	0,8
Pimentão	39,65	11,98	11,38	0	0,59	0	15,77	42
Cenoura	64,02	11,13	10,54	0,58	0	0	21,37	0,54
Pepino	51,02	11,00	10,49	0,55	0	0	17,03	0,42
Cebola	128,7	10,44	6,37	4,05	0,57	0	19,44	0,47
Batata-Doce	50,05	9,27	7,53	1,73	0	0	18,42	0,44

V.M.C.= Volume médio comercializado; P.M.T.= Perda média total; Fisio= Perda fisiológica; Mec= Perda mecânica; Fito= Perdas fitopatológicas; Bio= Perda biológica; E.P.= Erro padrão da média; C.V.= Coeficiente de variação, \*unidades.semana<sup>-1</sup>

Os principais agentes causais relacionaram-se às desordens fisiológicas (6,34%) e danos mecânicos (7,76%). Os danos mecânicos caracterizaram-se principalmente por amassamento de frutos e corroboram com Almeida et al., (2012b), os quais identificaram essas injúrias como principal fator causal de perdas de tomate, em Areia (PB).

Conforme Fernandes (2016), os danos mecânicos que ocorrem durante as operações de colheita e pós-colheita aumentam as perdas quantitativas e reduzem a qualidade dos tomates, pois os frutos amassados possuem baixa qualidade visual e nutricional e são facilmente contaminados por fungos e bactérias. Chitarra e Chitarra (2005) acrescentaram que se as condições de manuseio e exposição dos frutos forem inadequadas ocorre uma sucessão de desordens fisiológicas e os mesmos entram rapidamente em estado de senescência, e os tornam impróprios ao consumo, principalmente quando o intervalo de comercialização é elevado.

As desordens fisiológicas resultaram no rápido amadurecimento, perda de massa fresca, associadas às inadequadas condições de acondicionamento no transporte e comercialização, como relatado para o tomate comercializado em Santarém (PA), pois aproximadamente 58% foram perdidos por danos mecânicos e 23% por desordens fisiológicas (Guerra et al., 2014). Nesse sentido, os resultados apresentados por estes autores, para causas mecânicas, corroboram com o presente estudo, o qual obteve 55% de perdas por danos mecânicos, para tomate. Não obstante, as causas fisiológicas foram bem mais expressivas em Chapadinha (MA), com uma estimativa quase duas vezes maior do que a estimada relatada no município de Santarém no Estado do Pará.

É importante frisar que Chapadinha (MA) tem uma população de 73.350 mil habitantes, ao passo que em Santarém (PA) é de 294.580 mil habitantes (IBGE, 2010). Nesse aspecto os resultados estimados em Chapadinha (MA) são bastante alarmantes, quando observado o volume ofertado por semana, a perda média estimada e a representatividade da atividade comercial.

De acordo com Faro (2016), temperaturas de acondicionamento elevadas, como as observadas no município de Chapadinha, que pode chegar a uma máxima de 38°C (INMET, 2017), expõem o tomate

ao aumento da atividade metabólica, com incremento na síntese de etileno e taxa respiratória, que induz à degradação das reservas. Isso culmina inicialmente em redução do valor nutritivo com posterior inadequação à comercialização, ao decorrer do tempo.

### **Batata**

O volume médio comercializado de batata foi de 103,50 kg.semana<sup>-1</sup>, com perda de 12,63%, a qual foi ocasionada por fatores fisiológicos (10,73%), mecânicos (1,26%) e biológicos (0,63%) respectivamente (Tabela 1). O percentual de perdas por desordens fisiológicas está relacionado ao brotamento das batatas e ao planejamento do volume ofertado. O brotamento tem relação com a temperatura de armazenamento, visto que a mesma conduz o órgão vegetal à quebra de dormência (Guerra et al., 2014). Chitarra e Chitarra (2005) acrescentaram que o brotamento conduz o tubérculo a uma rápida transferência de matéria seca e água do órgão comestível para o broto e, como consequência, ocorre perda de massa e síntese de compostos sensorialmente indesejáveis que inviabilizam a negociação e consumo.

As perdas por danos mecânicos possivelmente ocorreram devido ao manuseio e acondicionamento inadequado durante o escoamento e/ou comercialização. Isso ocasiona o atrito e forma lesões na superfície do produto, as quais quando não interferem na comercialização, facilitam a contaminação de fungos e/ou bactérias (Luengo et al., 2007). As perdas biológicas foram provenientes do ataque de insetos, roedores ou de danos feitos pelo consumidor ao analisar o produto. Tofanelli et al. (2009), observaram perdas de 9,90% nas batatas comercializadas na rede varejista do município de Mineiros em Goiás, as quais foram inferiores às encontradas no presente estudo.

### **Pimentão**

O volume médio comercializado de pimentão foi de 39,65 kg.semana<sup>-1</sup>, com perda média de 11,98%, cujos fatores fisiológicos (11,38%) e fitopatológicos (0,59%) foram os principais agentes causais.

As perdas por desordens fisiológicas ocorreram por amadurecimento e murchamento. O murchamento foi

a principal causa de descarte dos frutos de pimentão na rede varejista de Brasília, Distrito Federal (Lana et al., 2006). A perda de massa e o amadurecimento precoce de hortaliças-fruto, estão associados ao aumento da atividade metabólica por inadequadas condições de acondicionamento e transporte (Almeida et al., 2012a). As perdas fitopatológicas podem estar relacionadas com as desordens fisiológicas e danos mecânicos, os quais provocam fragilidade na epiderme dos frutos e aumenta a suscetibilidade ao ataque de patógenos pós-colheita.

### **Cenoura**

O volume ofertado de cenoura foi de 64,02 kg.semana<sup>-1</sup>, com perda de 11,13%. As desordens fisiológicas corresponderam a 10,54% das perdas, seguida pelos danos mecânicos (0,58%) (Tabela 1).

As perdas fisiológicas ocorreram especialmente pela redução de coloração e textura, perda de massa fresca e brotamento. A perda de qualidade física da cenoura é proporcionada pelo longo intervalo de tempo de exposição das raízes no varejo (Almeida et al., 2012b). Durante esse intervalo, os mecanismos respiratórios aceleram a senescência, e torna-as impróprias à comercialização (Cinar, 2004; Lima et al., 2004). Os danos mecânicos foram devidos a raízes quebradas e/ou lesões, cortes ou rachaduras superficiais derivados do manuseio e transporte inadequado. As injúrias mecânicas em hortaliças-raiz são constantemente evidenciadas em diferentes fases da cadeia produtiva, e acaba por encolher o valor comercial e aceitação de compra (Luengo e Calbo, 2011).

### **Pepino**

O volume de pepino comercializado foi de 51,02 kg.semana<sup>-1</sup>, com perda de 11,00%. As desordens fisiológicas e mecânicas corresponderam a 10,49% e 0,55%, respectivamente (Tabela 1). As desordens fisiológicas geralmente culminaram no amarelecimento e perda de massa fresca do pepino. Essas reações podem estar relacionadas às condições ambientais de acondicionamento e às práticas de manuseio e comercialização, que podem colaborar no aumento da atividade metabólica e conseqüentemente na redução do tempo de prateleira (Almeida et al., 2012a).

Os danos mecânicos foram devido ao manuseio e acondicionamento inadequados durante o transporte. Os produtos hortícolas estão sujeitos a injúrias por amassamento, em decorrência do empilhamento inadequado de caixas, compressão dos frutos nas primeiras camadas, machucaduras na epiderme por abrasões e vibrações (Tomm et al., 2016).

### **Cebola**

O volume de cebola ofertado foi de 128,70 kg.semana<sup>-1</sup>, com perda de 10,44%. As desordens fisiológicas, danos mecânicos e injúrias fitopatológicas foram de 6,37; 4,05 e 0,57%, respectivamente (Tabela 1). A perda média total se enquadra com Tofanelli et al. (2009), os quais estimaram perda de 10,0% para a cebola comercializada no município de Mineiros (GO).

As perdas fisiológicas caracterizaram-se por perda de massa fresca e brotamento da cebola. Elevadas temperaturas de acondicionamento induzem o brotamento (Silva et al., 2016). Com relação ao transporte, os comerciantes relataram que boa parte da cebola é comercializada em sacos de nylon, os quais de acordo com Luengo e Calbo (2006), são comumente utilizados devido ao baixo custo, porém não protegem o produto e, em muitos casos, facilitam danos mecânicos. Estes, por sua vez, podem reduzir a vida útil da cebola através de desordens fisiológicas, injúrias fitopatológicas. Somado a isso, há a rejeição comercial e redução do valor nutritivo, associadas às interferências mecânicas.

A ocorrência de injúrias mecânicas é a causa mais importante de perdas pós-colheita em cebola, porque afeta diretamente a aparência do produto e acelera diversos processos fisiológicos, como a desidratação e respiração, além de favorecer o desenvolvimento de microrganismos (Guerra et al., 2017). A ocorrência de podridões e bulbos mofados foram as principais causas apontadas para injúrias fitopatológicas. As injúrias mecânicas configuram porta de entrada de patógenos, que se alojam nos tecidos e causam a decomposição, propicia o baixo consumo e o descarte (Chitarra e Chitarra 2005).

### **Batata-doce**

O volume comercializado de batata-doce foi de 50,05 kg.semana<sup>-1</sup> e a perda foi de 9,27%, das quais

as desordens fisiológicas correspondem por 7,53% e 1,73% ocorreram por danos mecânicos (Tabela 1).

As desordens fisiológicas foram caracterizadas por tubérculos velhos e senescentes, provavelmente devido ao longo intervalo entre a comercialização e consumo. Sintomas de escurecimento de casca, perda de massa fresca e emissão de brotos também foram observados. O planejamento do volume ofertado pode auxiliar na redução de desordens fisiológicas por amadurecimento e senescência (Ribeiro et al., 2011). Os danos mecânicos estão relacionados com impacto físico e lesões superficiais causadas por abrasões, possivelmente provenientes do manuseio e transporte inadequado.

No momento em que as raízes chegam ao varejo, as lesões superficiais causadas pela abrasão tornam-se mais visíveis devido à perda de massa fresca e à suberização das lesões (Souza et al., 2003). Nesse aspecto, recomenda-se utilizar embalagens adequadas, padronizar as túberas por tamanho e manuseá-las cuidadosamente nas operações de carga e descarga. As perdas em hortaliças estão atreladas a falta de conhecimento sobre os processos fisiológicos das hortaliças, bem como as limitações em infraestrutura, planejamento somados a falta de capacitação dos comerciantes. Devido ao aumento na demanda do consumo de hortaliças, observa-se a importância de informações sobre como se deve manuseá-las durante a colheita, transporte, embalagem, comercialização e armazenamento, visto que a maioria dos produtos hortícolas comercializados no estado do Maranhão são oriundos de outros estados, o que as tornam mais suscetíveis a danos fisiológicos, mecânicos e fitopatológicos.

### Conclusão

As maiores perdas pós-colheita foram de berinjela (20,42%) > alface (14,34%) > tomate (14,11%) > batata (12,63%) > pimentão (11,98%) > cenoura (11,13%) > pepino (11,05%) > cebola (10,44%) > batata-doce (9,27%).

As principais causas de perdas pós-colheita foram as desordens fisiológicas e danos mecânicos. Dessa forma, técnicas de conservação e comercialização de hortaliças e o melhor planejamento na oferta dos produtos podem reduzir as perdas.

### Literatura Citada

- ALMEIDA, E. I. B. et al. 2012a. Análise das perdas de caule, folhas e frutos de hortaliças frescas comercializadas na rede varejista de Areia (PB). *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável* 2 (2):81-91.
- ALMEIDA, E. I. B. 2012b. Levantamento de perdas em hortaliças frescas na rede varejista de Areia (PB). *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável* 2(1):53-60.
- BARBOSA, J. A. 2006. Procedência, qualidade e perdas pós-colheita de frutos tropicais no mercado atacadista da empresa de abastecimento e serviços agrícolas de Campina Grande - PB. Tese Doutorado. Areia, PB, UFPB. 238p.
- BARBOSA, J. A.; RIBEIRO, W. R.; ALMEIDA, E. I. B. 2012. Levantamento das perdas pós-colheita de frutos, hortaliças e flores no Estado da Paraíba. Brasília, DF, Kiron. 298p.
- BELING, R. R. 2016. Anuário Brasileiro de Hortaliças. Santa Cruz do Sul, Gazeta Santa Cruz. 64p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. 2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras, UFLA. 785p.
- CINAR, I. 2004. Carotenoid pigment loss of freeze-dried plant samples under different storage conditions. *Swiss Society of Food Science and Technology* 37(3):363-367.
- DINIZ, M. D. M. S. 2013. Propriedades texturais, físico-químicas, realógicas e enzimáticas da manga “Tommy Atkins” durante o armazenamento em atmosfera modificada sob refrigeração Viçosa, MG. Tese Doutorado. Viçosa, MG, UFV. 159p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. 2011. Global food losses and food waste. International Congress Save Food. Rome.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. Statistical Pocketbook 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i4691e.pdf>. Acesso em 20 out. 2017.

- FARO, J. R. D. S. 2016. Levantamento de perdas pós-colheita de hortaliças na microrregião de Chapadinha-MA. Chapadinha, MA, UFMA. 30p.
- FERNANDES, L. S. 2016. Qualidade pós-colheita de tomates submetidos à esforços de compressão e vibrações mecânicas. Tese Doutorado. Viçosa, MG, UFV. 74p.
- FILGUEIRA, F. A. R. 2013. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, UFV. 421p.
- GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; SILVA, E. L. 2010. Projeções do agronegócio mundial e Brasil 2008/9 a 2018/9. Economia e Energia (Brasil) 77:1-33.
- GUERRA, A. M. N. D. M. 2014. Perdas pós-colheita em tomate, pimentão e cebola no mercado varejista de Santarém – PA. Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido (Brasil) 10(3):08-17.
- GUERRA, A. M. N. D. M. 2017. Avaliação das principais causas de perdas pós-colheita de hortaliças comercializadas em Santarém, Pará. Revista Verde (Brasil) 12(1):34-40.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Censo Demográfico 2010 Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/santarem/panorama>. Acesso em: 11 dez. 2017.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 25 Jun 2017.
- KASAT, G. F. et al. 2007. Injúrias mecânicas e seus efeitos em pêssego ‘Aurora-1’. Revista Brasileira de Fruticultura 29(2):318-322.
- LANA, M. M. et al. 2006. Identificação das causas de perdas pós-colheita de pimentão no varejo. Brasília, DF, Embrapa Hortaliças. 24p.
- LIMA, K. S. C. et al. 2004. Efeito das baixas doses de irradiação nos carotenóides majoritários em cenouras prontas para o consumo. Ciência e Tecnologia de Alimentos (Brasil) 24(2):183-193.
- LUENGO, R. F. A. et al. 2007. Pós-colheita de hortaliças. Brasília DF, Embrapa Informação Tecnológica. 100p.
- LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. 2011. Pós-colheita de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica. 251p.
- LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. 2006. Embalagens para comercialização de hortaliças e frutas. Brasília, DF, Embrapa Hortaliças. 7p.
- NASCIMENTO, S. S. et al. 2016a. Levantamento de perdas pós-colheita de frutas tropicais em Chapadinha (MA). In: Farias, M. F. et al. Tópicos em produção agrícola no leste maranhense: Livro comemorativo dos 10 anos do Curso de Agronomia CCAA/UFMA. 1 ed. São Luis, MA; EDUFMA. pp.216-223.
- RIBEIRO, W. S. et al. 2011. Controle do fungo penducular do abacaxi pérola. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais 13(1):1-6.
- RIBEIRO, T. P. et al. 2014. Perdas pós-colheita em uva de mesa registradas em casas de embalagem e em mercado distribuidor. Revista Caatinga (Brasil) 27(1):67-74.
- RINALDI, M. M. 2011. Perdas pós-colheita devem ser consideradas. Planaltina, DF, Embrapa Cerrado.
- SILVA, N. C. et al. 2016. Análise das atividades logísticas de uma empresa atacadista de cebolas da região nordeste do Brasil. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 34º. João Pessoa, PB. 113p.
- SOUZA, R. M.; HENZ, G. P.; PEIXOTO, J. R. 2003. Incidência de injúrias mecânicas em raízes de mandioquinha-salsa na cadeia de pós-colheita. Revista Horticultura Brasileira 21(4):712-718.
- TOFANELLI, M. B. D. et al. 2009. Levantamento de perdas em hortaliças frescas na rede varejista de Mineiros. Horticultura Brasileira 27(1):116-120.
- TOMM, T. F. R. et al. 2016. Cenário de comercialização e estimativa de perdas pós-colheita de frutas temperadas em Chapadinha (MA). In: Farias, M. F. et al. Tópicos em produção agrícola no leste maranhense: Livro comemorativo dos 10 anos do Curso de Agronomia CCAA/UFMA. 1 ed. São Luis, MA; EDUFMA. pp. 232-243.

VILELA, N. J.; LANA, M. M.; NASCIMENTO, E.  
F.; MAKISHIMA, N. 2003. O peso da perda de

alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças.  
*Horticultura Brasileira* 21(2):141-143. ●

## "SISTEMA CANDELABRO": PROPOSTA PARA CULTIVO INTENSIVO DE CACAUEIRO

*George Andrade Sodré<sup>1</sup> e José Basílio Vieira Leite<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>CEPLAC/CEPEC/Seção de Solos, SENUP - Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 22, 45.600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil; Uesc/DCAA - Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil - gasodre@hotmail.com; <sup>2</sup>CEPLAC/CEPEC/Seção de Diversificação, SEDIV - basilioleite@hotmail.com

O trabalho teve como objetivo divulgar uma técnica experimental de tutoramento e poda denominada sistema “candelabro”. O sistema fundamenta-se no equilíbrio entre a parte vegetativa e frutífera da planta de cacauero. Foram usadas mudas de ramos plagiotrópicos para evitar interferência da altura de formação do jorquete e facilitar as podas e amarrão das plantas. O sistema de condução envolve manter a planta na forma de candelabro com as ramificações laterais independentes e separadas. O sistema candelabro, em princípio, tem se mostrado adequado para plantas de pequeno porte visando plantios com densidade acima de 1600 plantas/ha. Foi inicialmente testado o clone BN 34 que no quarto ano de cultivo produziu 30 frutos /planta o que significa produtividade em amêndoas secas de 2.130 kg/ha/ano. O sistema de cultivo candelabro apresenta potencial para à produção intensiva comercial de cacaueros. Entretanto, ainda necessita ser validado em áreas maiores e também realizar estudos de viabilidade econômica, definição de clones, mecanização da poda e outras práticas associadas ao uso do sistema candelabro.

**Palavras-chave:** *Theobroma cacao* L., clones, estaquia, manejo.

**“Candlestick system”:** Suggestion for intensive cocoa cultivation. The objective of this work was to demonstrate an experimental technique of pruning and tutoring called “candlestick”. The system is based on the balance between the vegetative and fruiting part of the cacao plant. Plagiotropic seedlings are used to avoid interfering with the height of the jorquete formation and to facilitate pruning. The system involves keeping the plant in the shape of a candlestick with independent and separate lateral branches. The candlestick system, in principle, has been shown to be suitable for small plants aiming plantations with density above 1600 plants / ha. It was initially tested the clone BN 34 that in the fourth year of cultivation produced 30 fruits / plant which means productivity in dried almonds of 2.130 kg/ha/year. The candlestick cultivation system presents potential for intensive commercial production of cacao trees. However, it still needs to be validated in larger areas and also carry out economic feasibility studies, definition of clones, mechanization of pruning and other practices associated with the use of candlestick system.

**Key words:** *Theobroma cacao* L., clones, cutting, nursery, management.

## Introdução

O processo de tutoramento de plantas cultivadas visando adequação da arquitetura, facilitar o manejo e aumentar a produtividade tem registros documentais há mais de 3000 anos com as videiras (*Vitis vinifera* L.) (Marvelli et al., 2013). Desde então, as técnicas de tutoramento de plantas continuam evoluindo na viticultura e expandindo para outras culturas comerciais, especialmente para hortaliças, em campo ou em cultivo protegido. Mais recentemente, vem sendo utilizada em espécies frutíferas perenes, como a macieira (*Malus domestica* Borkh), onde se adotam conceitos de tutoramento e orientação pré-estabelecida para as plantas em pomar. Nessa espécie, têm-se verificado cada vez mais que a combinação de tutoramento aliado à porta-enxertos e sistemas intensivos de produção promovem elevados ganhos de produtividade em comparação ao que se obtinha no início do século (Robinson, 2011).

No caso do cacaueteiro *Theobroma cacao* L., quando se considera um período médio de 500 anos de domesticação, pouco se fez para arquitetar as plantas visando aumento de produtividade, indicando que essa espécie ainda não foi devidamente domesticada. Em populações silvestres na região amazônica, por exemplo, é comum que as plantas de cacaueteiro apresentem comportamento de dominância apical desenvolvendo crescimento tipo “copa sobre copa” como estratégia para alcançar o máximo possível de luz, haja vista pertencer ao extrato arbóreo inferior da floresta (Almeida, 2001).

A principal estratégia adaptativa do cacaueteiro, especialmente quando cultivado em condições de sombra natural, é emitir um ou mais ramos que apresentam forte dominância e vigor para crescer verticalmente em busca da luz. Isso caracteriza o crescimento simpodial que favorece a produção de fotoassimilados para a planta crescer, florescer e frutificar (Leon, 1968).

O manejo de ramos vigorosos e de crescimento vegetativo em cacaueteiros, denominados “chupões”, “palmas d’água” ou “palmas chupadeiras” não tem sido objeto frequente de pesquisas, especialmente quanto à seleção de variedades de menor ocorrência desses ramos. Isso ocorreu, em parte, devido ao sistema de produção de cacaueteiros adotado em quase todo o mundo, que é o Agroflorestal ou de consórcio

com árvores, ou seja, cultiva-se o cacaueteiro imitando a mata natural sem considerar a elevada competição entre os ramos numa mesma planta.

No Estado da Bahia em plantios de cacaueteiros híbridos é comum observar-se a dominância de ramos vegetativos nas plantas e também, que após a formação da forquilha ou jorquete (crescimento de ramos secundários laterais), os ramos vigorosos induzem a atrofia de ramos mais finos resultando na formação de copas de plantas com apenas um ou dois ramos secundários. Também se verifica que a dominância entre plantas híbridas de cacaueteiros, naturais ou selecionadas, compromete o crescimento e produção das plantas próximas. Isso explica, de certa forma a aceitação generalizada para a baixa densidade de cacaueteiros por hectare, que frequentemente não supera 700 plantas/ha quando o número ideal e recomendado seria 1100 plantas (Mandarino e Gomes 2009; Leite et al., 2016).

De acordo com Taiz et al., (2017), para muitas espécies agrícolas, uma realocação de recursos do crescimento reprodutivo para o vegetativo pode reduzir o rendimento das culturas e a baixa intensidade luminosa pode causar juvenildade de caules em plantas adultas. Assim, considerando a importância dos temas crescimento vegetativo e poda de cacaueteiros, esse trabalho tem como objetivo divulgar uma técnica experimental de tutoramento e poda que juntas priorizam ramos de produção para elevada produtividade por planta.

## Como surgiu a técnica

No ano de 2004 foi instalado no semiárido da Bahia (Leite et al., 2012) um experimento para avaliação do comportamento de clones de cacaueteiro plantados com mudas enraizadas. Na ocasião, devido a elevadas taxas de crescimento e vigor das plantas, pelo cultivo a pleno sol e fertirrigação em condições secas, foi possível observar os efeitos marcantes da dominância de ramos e, por conseguinte, a necessidade de modificar o manejo do cacaueteiro para elevadas produtividades. Assim, foi proposto um modelo de poda, tutoramento e condução de cacaueteiros que se denominou “sistema candelabro”. O nome originou-se da semelhança a um candelabro (castiçal com vários braços) e da forma que os ramos primários e secundários das plantas se apresentam quando tutoradas e podadas (Figura 1).

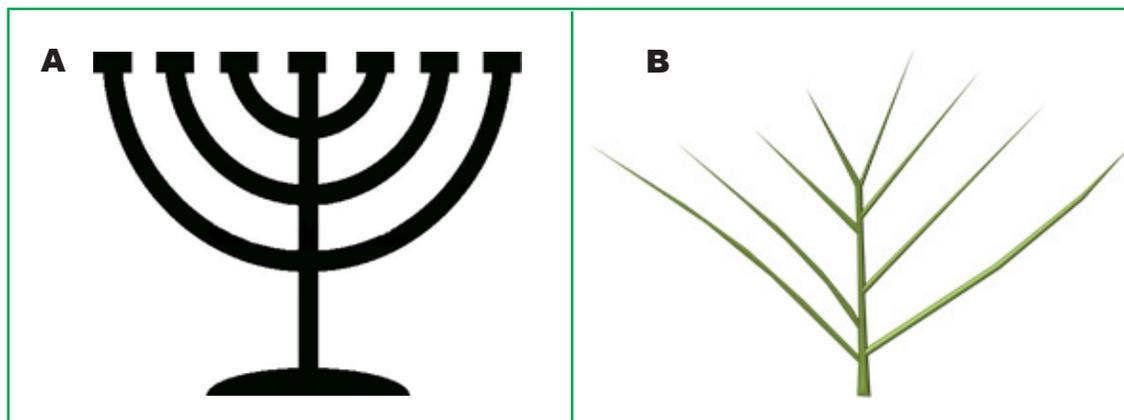


Figura 1 - Desenho representando um candelabro original (A) e arquitetura dos ramos de cacauero conduzidos no sistema candelabro (B).

Na literatura são raros os registros de pesquisas com tutoramento de cacaueros. Um dos poucos experimentos foi realizado na Austrália (Yan et al., 2009) onde foram cultivados cacaueros usando mudas seminais e tutoramento no modelo treliça, usando-se dois fios de arame localizados a 1,8 m e 2,4 m do nível do solo e erguidos em linhas antes das plantas formarem o jorquete. Os autores relataram que a principal dificuldade experimental foi a falta de uniformidade na altura do jorquete e registraram que as plantas que formavam jorquete abaixo do fio de treliça inferior tinham os ramos guiados para o alto da treliça, entretanto, as que formavam jorquete acima do fio superior necessitavam novamente de podas para forçar a emissão de um novo broto chupão e, conseqüentemente, um novo jorquete abaixo do fio da treliça. A pesquisa concluiu que havia um trabalho considerável e necessário para domar as árvores para o alto da treliça e gerenciar o crescimento da planta, como originalmente planejado, e que em alguns casos, a colheita foi dificultada pelos fios da treliça.

O sistema candelabro fundamenta-se no equilíbrio entre a parte vegetativa e a frutífera do cacauero objetivando produções satisfatórias e constantes ao longo dos anos. As primeiras observações indicaram especificidades para instalar e manejar o sistema, especialmente no que se refere ao tipo de muda, clones, poda, tutoramento e espaçamentos.

### Tipo de muda

Tem-se observado que o sistema "candelabro" é adequado ao uso de mudas enraizadas de ramos

plagiotrópicos ou mudas enxertadas com ramos plagiotrópicos. Com uso de ramos plagiotrópicos não há interferência na formação da altura das plantas, pois esses ramos podem ser facilmente conduzidos desde a planta jovem até a fase adulta.

Na produção das mudas foram coletados ramos finos conhecidos com "piolhos" usando a metodologia para enraizamento descrita por Sodré (2013). A escolha desses ramos decorreu do fato de o sistema candelabro valorizar as gemas florais e ramos de produção, em detrimento de ramos dominantes e com elevado crescimento vegetativo (Figura 2).

### Clones

Nos estudos iniciais foi utilizado o clone BN 34, selecionado na Fazenda Boa Nova município de Camacan, Bahia. Esse clone foi escolhido por apresentar bom crescimento vegetativo e vigor dos ramos. Além disso, reúne outras características importantes ao sistema, como: autocompatibilidade, porte médio, precocidade, boas respostas às podas, adaptação ao tutoramento, fácil propagação por estacas de ramos plagiotrópicos e por produzir frutos grandes, tanto no período da safra quanto no temporão (Figura 3).

Em três plantas do clone BN 34, localizadas no Centro de Pesquisas do Cacau, Ceplac/Cepec, cultivadas a pleno sol, com quebra-ventos e conduzidas no sistema candelabro foram colhidos 90 frutos, no terceiro ano após o plantio. Deve-se salientar que desde 2015 encontra-se instalado outro experimento

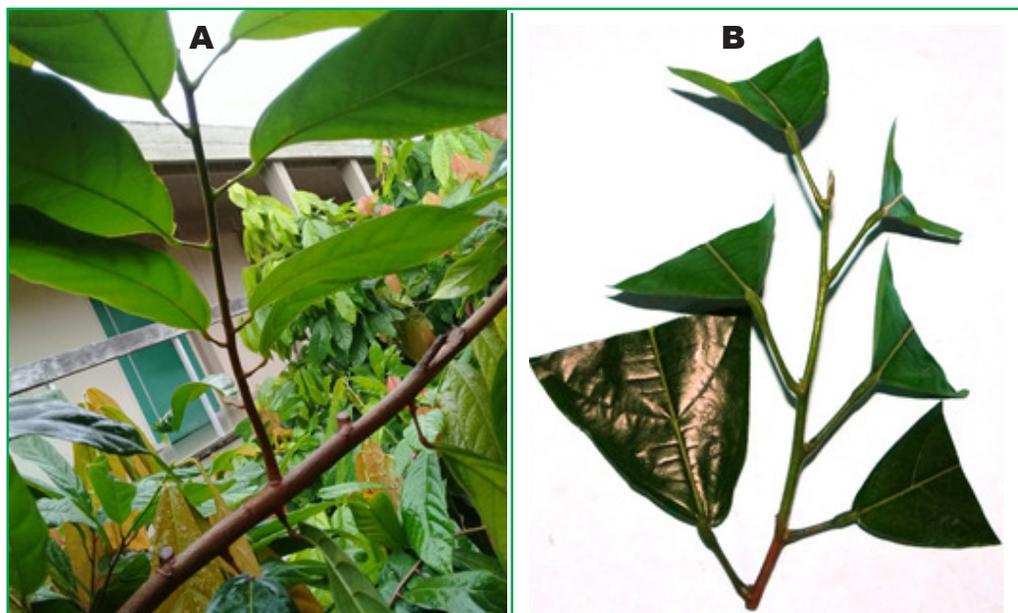


Figura 2 - Seleção de ramos (A) e preparo da estaca (B) para produção de mudas enraizadas para cultivo no sistema "candelabro".



Figura 3 - Características de porte (A e B) e detalhe dos ramos e produção (C e D) do clone BN 34.

em sistema candelabro no qual, além do clone BN 34 também se avaliam os clones CCN 51 e Cepec 2002 num total de 120 plantas (40 plantas/ clone). Os resultados iniciais mostraram que os clones BN 34 e Cepec 2002 adaptaram-se melhor ao tutoramento em relação ao CCN 51. Além da poda e tutoramento que são necessários para conduzir a planta no sistema candelabro outros tratamentos culturais, incluindo adubação, plantio de quebra ventos e controle de pragas foram realizados segundo recomendações descritas por Sodré et al. (2017).

### Tutoramento

O princípio do tutoramento   prover a planta de suporte físico para crescimento dos ramos que comporão a área de produ o. No sistema candelabro o uso de espaldeira com estacas de madeira tem sido adequado. As espaldeiras devem ser dispostas nas

linhas de plantio do cacauero e constituídas por mourões a cada duas plantas, em linhas de até cem metros. Recomenda-se colocar mourões maiores nas extremidades das linhas de plantio para melhor sustentar a estrutura da espaldeira.

No experimento realizado no Cepec foram usados mourões de eucalipto espaçados de 3 m (Figura 4). Dois fios de arame são necessários para dar suporte à planta e devem ser localizados a 1,30 m e 2,20 m do nível do solo e esticados entre os troncos. Os ramos laterais devem ser presos aos arames, o que pode ser feito com auxílio de fitas (Figura 5). Esses suportes deverão permanecer até que as plantas se tornem lenhosas e ajustadas ao sistema candelabro e isso ocorre, geralmente, quando os ramos apresentam diâmetro mínimo de 7 cm ou aos cinco anos após o plantio.



Figura 4 - Troncos de eucalipto para tutoramento (A) e detalhe da altura das plantas (B).



Figura 5 - Visão lateral das plantas (A) e frontal do amarramento dos ramos ao arame (B).

No sistema candelabro preconiza-se a formação de um ramo central ao lado do qual são conduzidos de dois a quatro ramos laterais. O sistema de condução envolve manter a planta na forma de candelabro com as ramificações laterais independentes e separadas. Os ramos nas camadas mais baixas devem ser mais compridos do que aqueles das camadas superiores (Figura 6).

O ramo central deve ser despontado 30 cm acima do segundo fio de arame, para manter a planta com altura final entre 2,40 m e 2,70 m. Nessa operação, recomenda-se fazer a despona no ponto de interseção com outro ramo mais fino, contudo, recomenda-se que o ramo que permanece deve apresentar diâmetro entre 50 e 70% em relação ao ramo cortado (Figura 7). Deve-se atentar, principalmente no primeiro ano, para



Figura 6 - Detalhe dos ramos em crescimento (A) e plantas em produção (B).



Figura 7 - Ramos antes do desponte (A), local do desponte (B) e corte em bisel (C).

que os ramos laterais não cresçam em demasia ou com muito vigor. Caso isso ocorra, a consequência é o auto-sombreamento que acarretará em menor quantidade de frutos.

O tutoramento e amarrio devem ser feitos para ajustar a planta nos primeiros anos de cultivo e garantir ramificação adequada. O amarrio deve ser feito desde o plantio e os ramos selecionados devem ser conduzidos com ângulo entre 30° e 60° em relação ao ramo central, impedindo, assim, o contato ao solo. Eliminam-se os ramos em excesso de maneira que fiquem no máximo, além do ramo central, outros quatro ramos laterais que poderão ser despontados caso haja necessidade. A soma do comprimento linear de ramos totais (central e secundários) das plantas do clone BN 34, aos 3 anos apresentou média de 12 m. Espera-se, no entanto, que a planta adulta apresente, aproximadamente, 25 metros de comprimento total de ramos, a partir do quinto ano.

O tutoramento conduz o ramo central para que cresça até no máximo 30 cm acima do fio superior e

que os ramos secundários cresçam até encontrar os ramos da planta vizinha sem, contudo, haver auto-sombreamento (Figura 8). Recomenda-se que ramos secundários tenham origem o mais próximo à base da planta. Deve-se, no entanto, evitar a formação de ramos em apenas um lado da planta. Caso isso venha ocorrer, pode-se contornar esta situação conduzindo os ramos para o lado oposto, por meio de amarração aos fios (Figura 9).

### Podas

De forma geral a poda objetiva promover o equilíbrio das plantas, limitar altura, facilitar os tratamentos culturais, estimular lançamentos foliares, permitir a entrada de luz e reduzir problemas fitossanitários. A poda é influenciada pelo clone, condições climáticas, manejo de pragas, adubação e fase da produção.

No sistema candelabro a poda associada ao tutoramento das plantas deverá ser constante para manter o equilíbrio entre crescimento vegetativo e reprodutivo da planta, possibilitando a entrada de luz

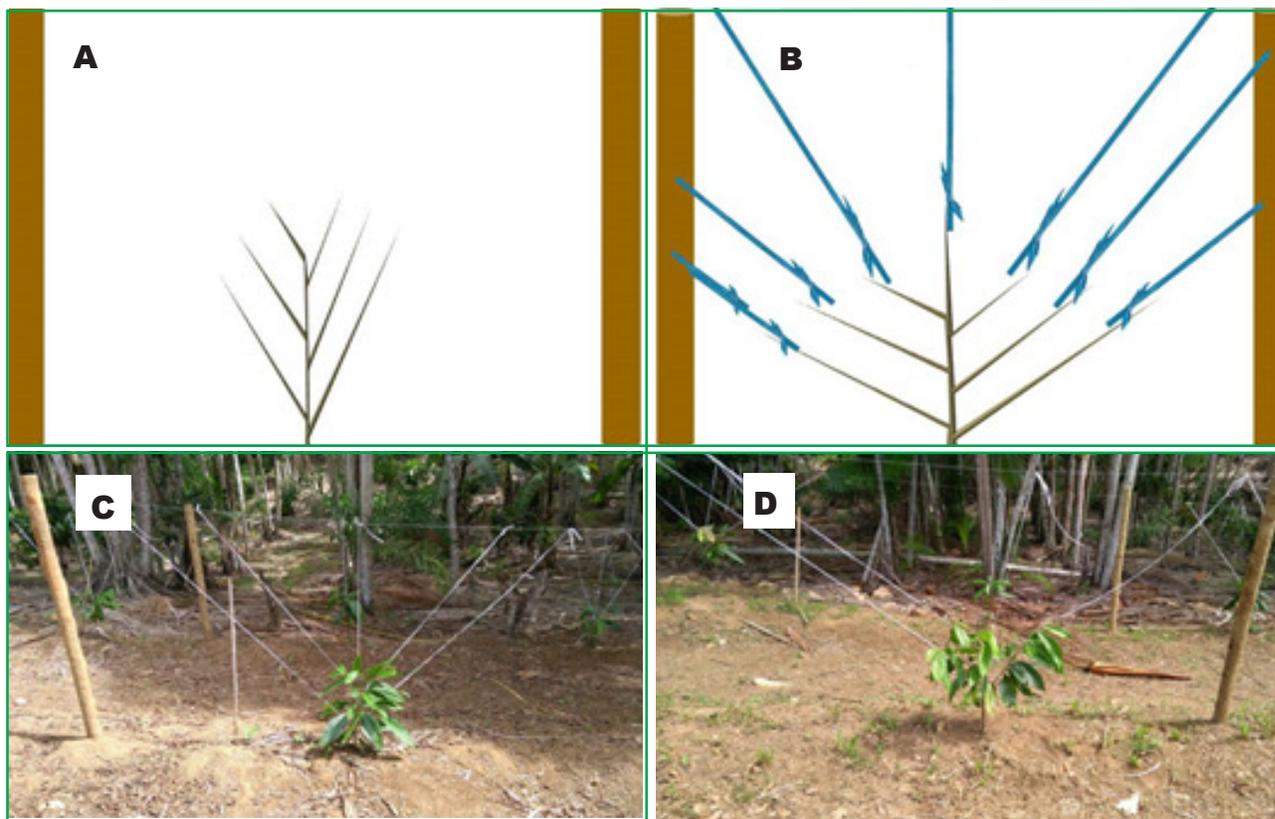


Figura 8 - Desenho esquemático da formação da arquitetura de ramos no sistema candelabro: Planta nova (A e C) planta em crescimento e formação (B e D).

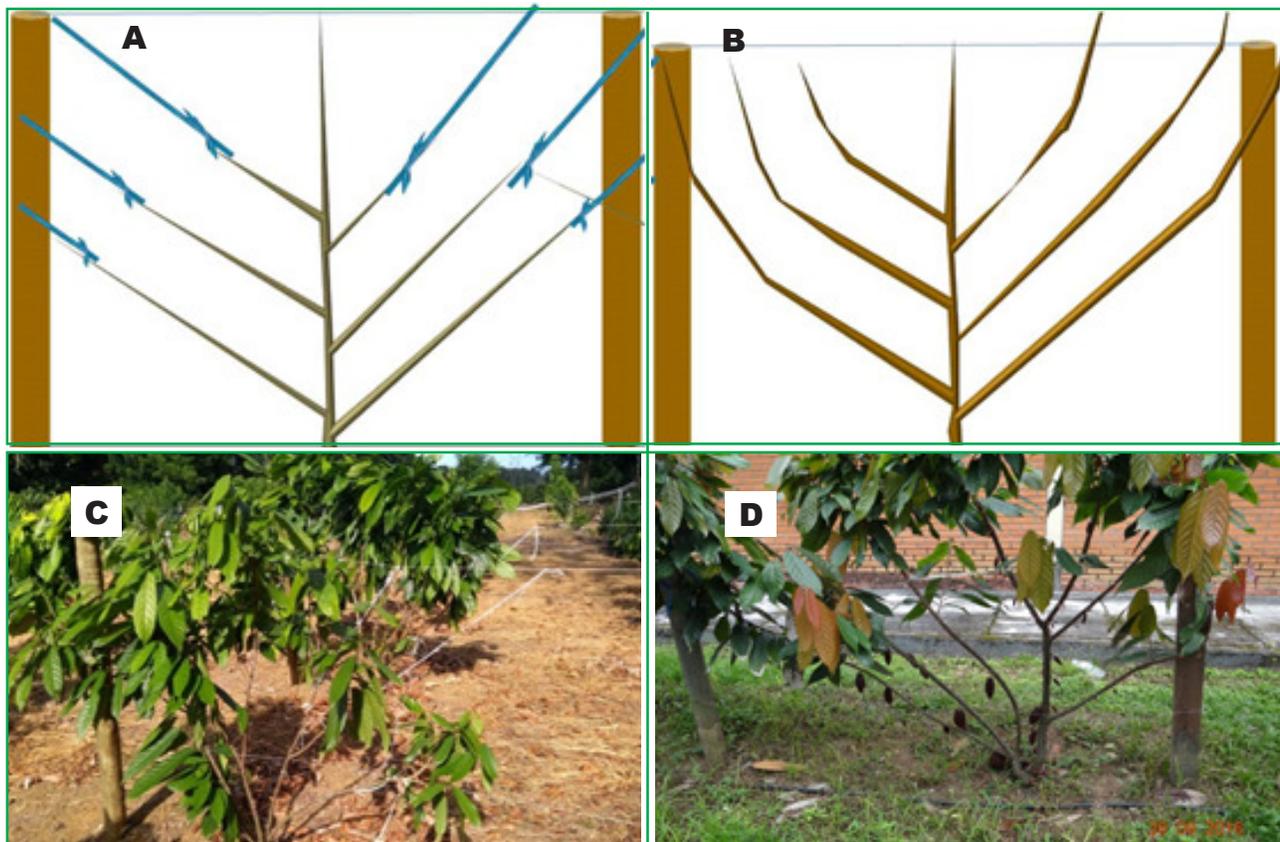


Figura 9 - Desenho esquemático da formação da arquitetura de ramos no sistema candelabro: Planta em crescimento e condução com fitas (A e C) e planta em produção com ramos e arquitetura formada (B e D).

uniformemente por toda copa, facilitando práticas culturais, manejo de doenças e colheita de frutos. A Figura 10 apresenta uma subdivisão teórica das zonas de poda de cacauzeiros no sistema candelabro.

Deve-se destacar, porém que cada planta deve ser analisada individualmente quanto à necessidade e momento de realizar a poda, considerando principalmente a época do ano, as condições climáticas, nutricionais, sanitárias e número de frutos.

A poda de formação no sistema candelabro é fundamental para definir ramos de produção, impedir o crescimento de palmas chupadeiras e chupões e conservar parte dos ramos finos "piolhos" (Figura 11). A conservação de parte dos ramos finos é necessária porque esses ramos são também responsáveis pelo enchimento de frutos e ainda ajudam a reduzir o crescimento natural da planta, que em condições de alta luminosidade é bastante acentuado. Outra função da poda é permitir que o centro da planta se mantenha

arejado, sem, contudo, haver incidência solar direta para evitar secamento de ramos e queima da casca dos frutos, que ocorre com frequência em sistemas de plantio a pleno sol (Sodré, Marrocos e Sarmento, 2017).

Nas plantas adultas, ao realizar a poda deve-se também retirar ramos velhos, doentes, atacados por pragas ou que estejam competindo com os ramos principais, além de ramos mal colocados e que estejam sombreando a parte mediana e baixa da planta (Figura 12).

Assim como ocorre em outros cultivos tutorados e excessivamente podados, a exemplo da macieira (Sander, 2015) é importante que as plantas apresentem diâmetros médios dos ramos secundários com pouca variação, que não se tornem muito altas, que facilitem os tratos culturais e sejam de fácil manejo, tornando a mão de obra mais eficiente e produtiva, que é um dos principais e atuais entraves da cacauicultura mundial.

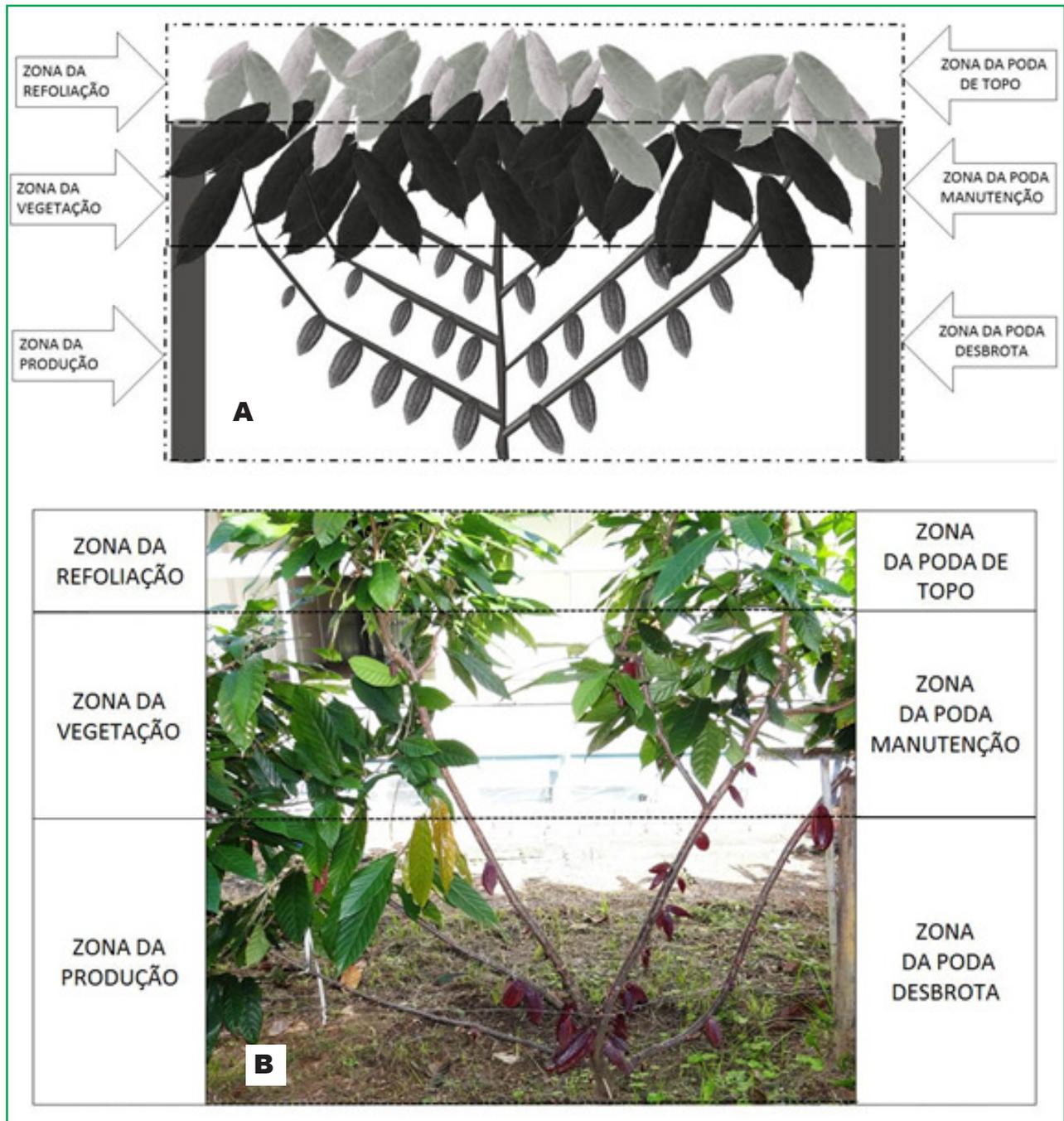


Figura 10 - Definição das zonas vegetativas, produtivas e podas das plantas em Sistema Candelabro em modelo teórico (A) e em cultivo no campo (B).

### Espaçamentos

O sistema candelabro está relacionado com a escolha de cultivares e arquitetura das plantas que, por consequência, definem a densidade de plantio. A escolha do espaçamento dependerá da forma de

preparo da área para mecanização, seguindo conceitos de cultivo intensivo e de agricultura de precisão, e buscando maximizar rendimentos com aumento de quantidade e a qualidade de frutos por cacaueteiro. De forma geral, as plantas serão



Figura 11 - Poda de formação (A e B) e manutenção (C e D).



Figura 12 - Plantas podadas e em produção (A e B).

espaçadas de acordo com a população desejada, no entanto, recomenda-se que a altura do ramo central das plantas não exceda 90% do espaçamento das entrelinhas. Assim, num plantio com espaçamento nas entrelinhas de 3 m, deve-se manter a altura máxima das plantas em 2,70 m ou 90 % de 3 m (Figura 13).

O sistema candelabro, em princípio, mostra-se

adequado para plantas de pequeno porte visando plantios com densidade acima de 1600 plantas/ha. Nesse contexto, o espaçamento usado até o momento foi de 3 m x 2 m, com 1666 plantas/hectare. Deve-se, no entanto, destacar que a largura total da copa das plantas não deverá exceder a 1,3 m a fim de facilitar o trânsito de máquinas para realização de tratamentos culturais e colheita (Figura 14).



Figura 13 - Desenho esquemático de altura máxima das plantas.

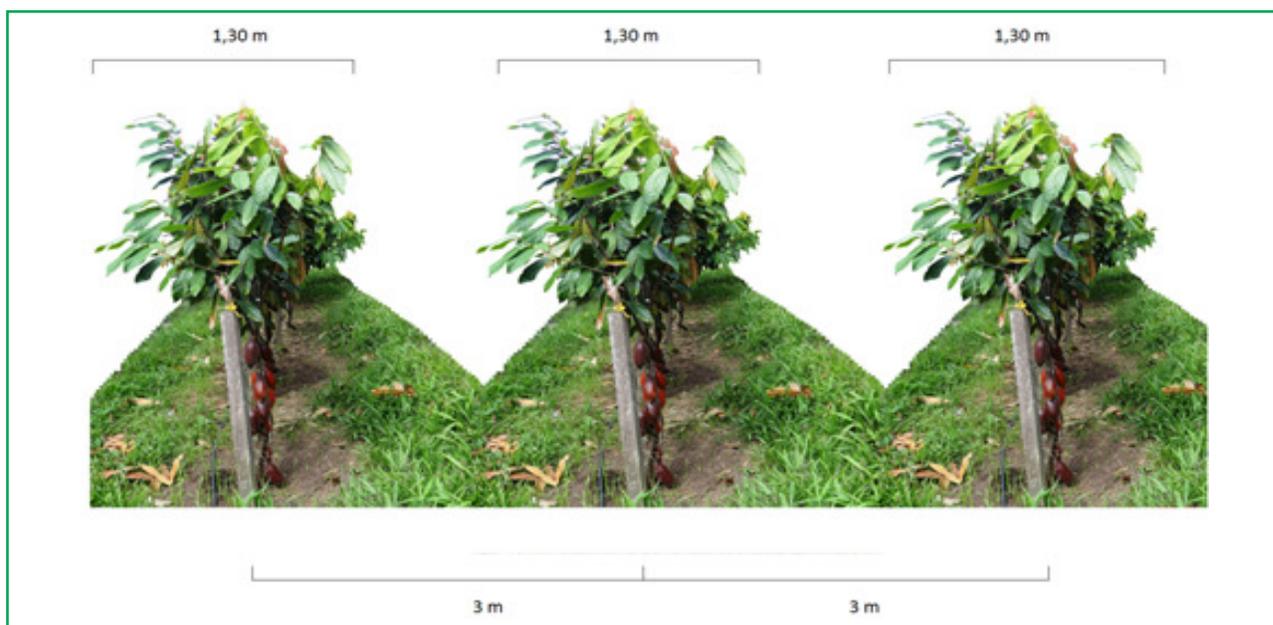


Figura 14 - Desenho esquemático da largura da copa dos cacaueteiros no sistema candelabro.

De forma semelhante ao descrito para macieira (Stephan, 2012) a condução de cacauzeiros em sistema candelabro está relacionada à gestão da forma e do espaço de cada planta, buscando incrementar a interceptação luminosa necessária para o funcionamento foliar e elevando a quantidade e qualidade de frutos produzidos por planta. Assim, é também previsto um raleio de frutos quando a quantidade for superior ao que a planta pode suportar, especialmente na fase de implantação.

### Conclusão

O sistema de cultivo candelabro apresenta potencial para a produção intensiva comercial de cacauzeiros. Entretanto, ainda necessita ser validado em áreas maiores e também realizar estudos de viabilidade econômica, definição de clones, mecanização da poda e outras práticas associadas ao uso desse sistema.

### Literatura Citada

- ALMEIDA, C.M.V.C. 2001. Ecologia de populações naturais. In: Dias, L.A.S. ed. Melhoramento genético do cacauzeiro. Viçosa, MG. pp.129-162.
- LEITE, J.B.V. et al. 2012. Comportamento produtivo de cacau no semiárido do Brasil. *Agrotropica (Brasil)* 24(2):85-90.
- LEON, J. 1968. Fundamentos botânicos de los cultivos tropicales. San José, Editorial IICA. 487p.
- LEITE, J. B.; SODRÉ, G. A. FONSECA, E.V. 2016. Plantar cacau em novas áreas é um dos segredos para aumentar a produtividade. *Agrianual 2016. Informa Economics FNP*. São Paulo, SP. pp.176-179.
- MANDARINO, E. P.; GOMES, A. R. S. 2009. Produtividade do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) cultivado em blocos monoclonais, no Sul da Bahia, Brasil. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. *Boletim Técnico* n. 197. 32p.
- MARVELLI, S.; RIZZOLI, E.; MARCHESINI, M. 2013. A origem do cultivo da videira na Itália: evidência arqueobotânica. *Annual Botany* 3:155-163.
- ROBINSON, T. 2011. Advances in Apple culture worldwide. *Revista Brasileira de Fruticultura (volume especial)*:37-47.
- SANDER, G. F. 2015. Desempenho vegetativo e produtivo de macieiras ‘Fugi-kiku-8’, e ‘Maxigala’ em diferentes sistemas de condução em Vacaria, RS. Dissertação de Mestrado. Lages, RS, CAV/ UDESC. 76p.
- SODRÉ, G. A. 2013. Formação de mudas de cacauzeiro, onde nasce a boa cacauicultura. In: Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. *Boletim Técnico* n. 202. 48p.
- SODRÉ, G. A. et al. 2017. Cultivo do cacauzeiro no Estado da Bahia. Ilhéus, BA. CEPLAC/CEPEC. 126p.
- SODRÉ, G. A.; MARROCOS, P. C. L.; SARMENTO, D. A. 2017. Cultivo do cacauzeiro irrigado no Estado do Ceará. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. *Boletim técnico* n. 209. 34p.
- STEPHAN, J. 2012. Architecture 3D et microclimat lumineux de L arbre comparaison de cultivars de Pommiers Soumis A des manipulations de conduite. Tese Doutorado. Université Blaise Pascal. 156p
- TAIZ, L. et al. 2017. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Porto Alegre, RS, Artmed, 888p.
- YAN, D. et al. 2009. Producing cocoa in Northern Australia. Rural Industries Research and Development Corporation. Electronically published by RIRDC Australian Government. 306p.

## SUBSTRATOS E EXCIÇÃO DE SEMENTES PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE NONI

*Carlos Eduardo Pereira*<sup>1\*</sup>, *Felipe Lopes Neves*<sup>2</sup>, *Felipe Silveira Vilasboas*<sup>2</sup>, *Vinicius Lopes Matos*<sup>3</sup>, *Célio Kersul do Sacramento*<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Sul da Bahia, Centro de Formação em Ciências Agroflorestais, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 22, Ilhéus, Bahia, Brasil, 45604-811, carlos.pereira@ufsb.edu.br; <sup>2</sup>Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Rua Afonso Saulo, 160 - Bento Ferreira, Vitória, ES, Brasil. felipeneves@agronomo.eng.br; vilasboas@agronomo.eng.br; <sup>3</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil. vinny606@gmail.com; celiokersul@gmail.com.

\*Autor para correspondência: carlos.pereira@ufsb.edu.br

Objetivou-se estudar a formação de mudas de noni em substratos orgânicos após a remoção de partes das sementes. As sementes foram submetidas ao despoite do lado oposto ao embrião e parte das sementes foi submetida ao corte do lado oposto ao embrião e sobre a câmara de ar. A semeadura foi realizada em tubetes com substrato comercial ou substrato comercial + fibra de coco (1:1), em viveiro com 50% de luminosidade. O acréscimo de fibra de coco ao substrato comercial na proporção de 50% e a realização de cortes nas sementes não afetam a produção de mudas de noni.

**Palavras-chave:** *Morinda citrifolia* L., fibra de coco, crescimento de plantas, plantas medicinais.

**Substrates and excision of seeds for noni seedlings production.** This work aimed to study the noni seedlings production in organic substrates after excision seed. The seeds were submitted to the cuts in opposite side of the embryo and part of the seeds have been subjected to this cuts and cuts in the tube region. The seeds were sown in containers with commercial substrate or commercial substrate + coconut fiber (1:1), in nursery with 50% of shading. The addition of coconut fiber in the commercial substrate ratio of 50% and cuts of the seeds does not affect the production of noni seedlings.

**Key words:** *Morinda citrifolia* L., coconut fiber, growing plants, medicinal plants.

Noni é uma planta exótica (*Morinda citrifolia* L.), pertencente à família Rubiaceae, tendo como origem o Sudoeste da Ásia. As frutas dessa planta são usadas nas farmacopeias de países do Sudeste Asiático. Nas últimas décadas, ocorreu um aumento significativo do interesse científico e comercial relativo ao suco da fruta de noni, em virtude dos possíveis efeitos benéficos para a saúde humana (Yang et al., 2007).

A planta de noni tem um porte baixo com frutos em formato oval, contendo várias sementes (Brito, 2008). Estas sementes são alongadas, com tegumento com caráter hidrofóbico, duro e lenhoso que envolve a semente e forma uma câmara de ar que confere às sementes a capacidade de flutuação (Paula et al., 2016), de modo que tais sementes podem se manter viáveis mesmo após alguns dias diretamente sobre água, facilitando sua dispersão. Apesar da vantagem ecológica, o tegumento com estas características dificulta a germinação das sementes de noni, pois reduz a velocidade de absorção de água, caracterizando uma dormência tegumentar destas sementes.

A germinação das sementes tem início com a absorção de água e envolve vários processos que culminam com a protrusão radicular (Carvalho e Nakagawa, 2012). A velocidade de entrada de água nas sementes pode ser muito variável entre as espécies, principalmente em função das características do tegumento e, neste sentido, observa-se em sementes de muitas espécies que a permeabilidade do tegumento determina a velocidade de germinação (Marcos Filho, 2005). Assim, uma das formas de se aumentar a velocidade de germinação das sementes, vigor das plântulas e porcentagem de emergência das sementes é por meio da remoção parcial do tegumento, facilitando a hidratação dos tecidos internos da semente.

Para a superação da dormência das sementes de noni, Nelson (2006) recomenda a escarificação do tegumento, o que diminui o tempo de emergência e aumenta a porcentagem de germinação. Também a imersão das sementes de noni em água por 48 horas é um método eficiente para superar a dormências (Leite et al., 2012). Com relação ao corte das sementes de noni, em trabalho realizado por Oliveira et al. (2011) não foi verificado aumento significativo no vigor das sementes, avaliado por meio da porcentagem e

velocidade de emergência e avaliação do crescimento de plântulas, após serem submetidas aos tratamentos. Entretanto, Gomes et al. (2013) observaram resultados promissores após o corte das sementes de noni, obtendo maior porcentagem e velocidade de germinação. Resultados semelhantes foram observados em trabalhos com sementes de noni submetidas ao corte distal, onde foram obtidos maiores porcentagens e velocidade de emergência (Leite et al., 2012).

Assim como a qualidade das sementes, os substratos podem afetar a produção de mudas de noni, sendo que o substrato ideal depende, dentre outros fatores, da espécie, do sistema de propagação além do custo e disponibilidade dos componentes (Kämpf, 2000). Diversos trabalhos vêm sendo realizados visando substituir componentes tipicamente utilizados na formulação de substratos por resíduos industriais com potencial para redução dos custos de produção sem prejudicar a qualidade do substrato. Neste sentido, trabalhos realizados com fibra de coco, tem demonstrado o potencial de uso deste material para formulação de substratos (Alves et al., 2010; Pinto et al., 2011; Antunes et al., 2012; Nogueira et al., 2012), entretanto, poucos estudos foram realizados até o momento com espécies frutíferas, especialmente o noni.

Assim, considerando que estudos de propagação podem contribuir para aumentar o conhecimento agrônomo sobre o noni, o trabalho objetivou estudar a formação de mudas de noni em substratos com e sem excisão da semente.

Os frutos foram colhidos completamente maduros, com casca amarela esbranquiçada, no mês de setembro e as sementes extraídas e submetidas à lavagem em água corrente por cerca de 10 minutos para remoção da polpa. Em seguida, procedeu-se a secagem das sementes em temperatura ambiente e local sombreado e ventilado por 24 horas, quando as sementes atingiram teor de água médio de 9,98%, avaliado por meio do método da estufa à  $105 \pm 3$  °C por 24 horas.

Posteriormente, as sementes foram submetidas à corte no tegumento na porção basal e em parte das sementes realizou-se a excisão na porção basal e na região da câmara de ar, simultaneamente. Foram utilizadas sementes intactas como tratamento controle.

Realizado o tratamento das sementes, essas foram semeadas à aproximadamente 2 cm de profundidade em dois tipos de substrato, sendo: comercial, formulado a partir de vermiculita, casca de pinus compostada, carvão vegetal e turfa, e comercial + pó de fibra de coco na proporção 1:1 volume/volume. O substrato foi adubado com 300 g de PGmix® (14 - 16 -18) e 300 g de Osmocote® (19-06-20) para cada 200 L de substrato. Utilizou-se tubetes cônicos de 19 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro na parte superior, sendo 288 cm<sup>3</sup>, os quais foram colocados em bandejas e mantidos em viveiro permanente com bancadas vazadas para tubetes, com a cobertura e laterais fechadas com tela monofilamento preta com malha para 50% de luminosidade, onde permaneceram por até 50 dias após a semeadura.

A irrigação foi realizada por meio de nebulização intermitente automática utilizando-se bicos com vazão de 40 L h<sup>-1</sup> com 4 m<sup>2</sup> de área irrigada por bico. A irrigação foi realizada durante 30 segundos a cada 5 minutos de intervalo, com funcionamento das 6 às 18 horas. Quanto ao controle de pragas e doenças, foram realizadas duas aplicações preventivas de mancozeb® e uma aplicação de deltamethrin, ambos a 0,2%, não sendo observada a ocorrência de pragas durante a realização do experimento.

Para avaliação dos tratamentos foram realizadas as seguintes determinações: 1) porcentagem de emergência (%): a avaliação da porcentagem de emergência foi realizada aos 20 dias após a semeadura, por meio da contagem de plântulas emersas; 2) diâmetro do coleto (cm): medição em cm do diâmetro do coleto aos 50 dias de cultivo das plantas; 3) altura das plantas (cm): determinada pela medição da parte aérea, do colo da planta até o ponto de inserção da última folha, aos 50 dias após a semeadura; 4) número de pares de folhas: contagem do número de folhas completamente expandidas aos 50 dias após a semeadura; 5) matéria seca da parte aérea (g): aos 50 dias após a semeadura, realizou-se o corte das plantas na região do coleto, as quais foram colocadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C até que fosse obtido peso constante, e posteriormente realizou-se a pesagem das plantas em balança analítica; e 6) matéria seca do sistema radicular (g): 50 dias após a semeadura, as raízes foram lavadas

para remoção do substrato e acondicionadas em sacos de papel; em seguida procedeu-se a secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C até que fosse obtido peso constante, e, em seguida, a pesagem das plantas em balança analítica.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2 (3 tipos de cortes das sementes e 2 substratos), com 4 repetições, sendo utilizados 12 tubetes como parcela. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o pacote computacional SISVAR (Ferreira, 2000) para a análise dos dados.

Pela análise de variância constatou-se que não houve efeito significativo dos fatores, bem como de sua interação, para as variáveis estudadas (Tabela 1), exceto para a fonte de variação substrato, onde observou-se efeito significativo para a matéria seca da parte aérea.

Com relação ao substrato, observa-se que a adição de 50% de pó de fibra de coco ao substrato comercial possibilitou a manutenção do crescimento em altura das mudas de noni de forma semelhante ao observado no substrato comercial (Tabela 2). Assim, não foram verificadas diferenças significativas entre o substrato comercial isoladamente ou em mistura com pó de fibra de coco para o diâmetro do coleto, altura de plantas, número de pares de folhas, matéria seca de raízes e porcentagem de emergência. De forma semelhante uso da fibra de coco no substrato para a produção de mudas de *Rhapis excelsa* não prejudicou o crescimento e a qualidade das mudas (Alves et al., 2010). Nogueira et al. (2012) verificaram que a fibra de coco possibilitou boa emergência e desenvolvimento inicial das mudas de sabiá. Também Antunes et al. (2012) constataram que a fibra de coco não afetou a porcentagem de emergência de sementes de pitangueira.

De forma semelhante, foi observado neste trabalho que a adição de um material de baixo custo para determinadas regiões do país, como pó de fibra de coco, não interferiu na maioria dos parâmetros de crescimento das plantas de noni, inclusive aumentou significativamente a biomassa seca da parte aérea das mudas obtidas. A fibra de coco também influenciou positivamente a produção de biomassa

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos dados de diâmetro do coleto (DC), altura de plantas (AP), número de pares de folhas (NPF), biomassa seca da parte aérea (MSPA), biomassa seca do sistema radicular (MSR) e porcentagem de emergência de plântulas (%E) de noni obtidas a partir de diferentes substratos e corte das sementes

FV	GL	Quadrados médios					
		DC	AP	NPF	MSPA	MSR	% E
Substrato	1	0,005 <sup>ns</sup>	11,923 <sup>ns</sup>	0,142 <sup>ns</sup>	5,112*	0,015 <sup>ns</sup>	128,668 <sup>ns</sup>
Corte	2	0,001 <sup>ns</sup>	2,217 <sup>ns</sup>	0,156 <sup>ns</sup>	0,683 <sup>ns</sup>	0,095 <sup>ns</sup>	194,206 <sup>ns</sup>
Substrato x Corte	2	0,007 <sup>ns</sup>	6,349 <sup>ns</sup>	0,156 <sup>ns</sup>	0,459 <sup>ns</sup>	0,180 <sup>ns</sup>	93,848 <sup>ns</sup>
RESÍDUO	18	0,004	9,037	0,218	0,743	0,596	62,573
TOTAL	23	-	-	-	-	-	-
CV(%)		12,65	12,96	8,00	15,39	23,00	9,29

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> – não significativo pelo teste de F.

Tabela 2. Resultados médios de diâmetro do coleto (DC), altura de plantas (AP), número de pares de folhas (NPF), biomassa seca da parte aérea (MSPA), biomassa seca do sistema radicular (MSR) e porcentagem de emergência de plântulas (%E) de noni obtidas a partir de diferentes substratos e corte das sementes

Substrato	DC (cm)	AP (cm)	NPF	MSPA (g)	MSR (g)	% E
Comercial	0,454 a	22,487 a	5,917 a	5,139 b	3,380 a	82,87 a
Comercial + fibra de coco	0,482 a	23,897 a	5,763 a	6,062 a	3,330 a	87,50 a
Corte sementes						
Sementes intactas	0,458 a	22,788 a	5,875 a	5,413 a	3,275 a	79,86 a
Corte basal	0,480 a	23,787 a	5,958 a	5,452 a	3,311 a	86,11 a
Corte basal e câmara de ar	0,467 a	23,002 a	5,686 a	5,938 a	3,480 a	89,58 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F e de Tukey, para os fatores substrato e corte nas sementes respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

seca total de mudas de pau ferro (Pinto et al., 2011).

A fibra de coco e outros derivados têm características físico-químicas adequadas para a produção de mudas, de modo que a adição de fibra de coco ao substrato possibilita o aumento da densidade aparente, da microporosidade e da água facilmente disponível (Kratz et al., 2013), de modo que tais condições podem ter contribuído para os resultados positivos observados neste trabalho. A fibra de coco também não afeta a absorção de nutrientes pelas plantas de berinjela (Oliveira et al., 2009), assim como não alterou os teores de nitrogênio, cálcio, magnésio e enxofre nas folhas de *Rhapis excelsa* (Alves et al., 2010). Provavelmente o mesmo ocorreu no presente trabalho, de modo que o aumento na biomassa seca da parte aérea das

mudas de noni deve-se às possíveis melhorias nas condições físicas do substrato pela adição de pó de fibra de coco.

Quanto à realização de cortes nas sementes de noni para aumentar a porcentagem de emergência e obtenção de mudas mais vigorosas, verificou-se que a realização do corte basal associado ou não ao corte na região da câmara de ar não afetou significativamente o crescimento das mudas (Tabela 2). Também Oliveira et al. (2011) não verificaram aumento significativo no vigor das sementes de noni após serem submetidas a embebição e cortes. Observou-se também que as sementes, independentemente do tratamento aplicado, tiveram uma porcentagem média de emergência acima de 80%, facilitando a produção de mudas por meio de sementes.

## Conclusão

Conclui-se que o acréscimo de pó de fibra de coco ao substrato comercial na proporção de 50%, assim como a realização de cortes basal e na região da câmara de ar das sementes não afetaram a produção de mudas de noni.

## Literatura Citada

- ALVES, F. S. et al. 2010. Qualidade e teores de nutrientes de palmeira-rápis em substrato com fibra de coco. *Horticultura Brasileira* 28 (1):91-96.
- ANTUNES, L. E. C. et al. 2012. Influência do substrato, tamanho de sementes e maturação de frutos na formação de mudas de pitangueira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34(4):1216-1223.
- BRITO, D. R. B. 2008. Avaliação da atividade anti-helmíntica da *Morinda citrifolia* (noni), em aves poedeiras naturalmente infectadas. Dissertação Mestrado. Terezina, PI, Universidade Federal. 62p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. 2012. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal, SP, FUNEP. 590p.
- FERREIRA, D. F. 2000. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows® versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45º, São Carlos, SP. Programas e Resumos. São Carlos, SP, UFSCAR. pp.235.
- GOMES, M. J. C. et al. 2013. Escarificação mecânica em sementes de *Morinda citrifolia* buscando acelerar o processo de germinação. *Scientific Electronic Archives (Brasil)* 3:16-19.
- KÄMPF, A. N. 2000. Seleção de materiais para uso como substrato. In: Kampf, A. N.; Fermino, M. H. ed. *Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. Porto Alegre, RS, Genesis. pp.209-215.
- KRATZ, D. et al. 2013. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. *Revista Árvore (Brasil)* 37(6):1103-1113.
- LEITE, G. A. et al. 2012. Superação de dormência de sementes de Noni. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável (Brasil)* 7(4):120-128.
- MARCOS FILHO, J. M. 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba, SP, FEALQ. 495p.
- NELSON, S. C. 2006. Hawaiian noni seed processing and germination. Mānoa, College Of Tropical Agriculture And Human Resources University Of Hawaii.
- NOGUEIRA, N. W. et al. 2012. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em função de diferentes substratos. *Revista Agro@mbiente On-line (Brasil)* 6(1):17-24.
- OLIVEIRA, A. B. et al. 2009. Absorção de nutrientes em mudas de berinjela cultivadas em pó de coco verde. *Caatinga (Brasil)* 22(2):139-143.
- OLIVEIRA, K. P. et al. 2011. Desponte e embebição em sementes de noni (*Morinda citrifolia* L.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais (Brasil)* 13(especial):513-517.
- PAULA, S. O. et al. 2016. The morphological characterization of the dry seeds and reserve mobilization during germination in *Morinda citrifolia* L. *Revista Ciência Agronômica (Brasil)* 47(3):556-563.
- PINTO, J. R. S. et al. 2011. Índice de velocidade de emergência e desenvolvimento inicial de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. submetido a diferentes tipos de substratos. *Revista Verde (Brasil)* 6(3):174-179.

YANG, J. et al. 2007. Free-radical-scavenging activity and total phenols of noni (*Morinda*

*citrifolia* L.) juice and powder in processing and storage. Food Chemistry 102:302-308.



## **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

