

Agrotrópica

Volume 27, número 3, setembro a dezembro de 2015



**Centro de Pesquisas do Cacau
Ilhéus - Bahia**

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Ministro: Kátia Regina de Abreu

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC

Diretor: Sérgio Murilo Correia Menezes

Superintendência Regional no Estado da Bahia - SUEBA

Superintendente: Carlos Alexandre Silva Brandão

Centro de Pesquisas do Cacau - CEPEC

Chefe: Adonias de Castro Virgens Filho

Centro de Extensão - CENEX

Chefe: João Henrique Silva Almeida

Superintendência Regional no Estado de Rondônia - SUERO

Superintendente: Cacildo Viana da Silva

Superintendência Regional no Estado do Pará - SUEPA

Superintendente: Jay Wallace da Silva e Mota

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

v.

Quadrimestral

Substitui "Revista Theobroma"

1. Agropecuária - Periódico.

CDD 630.5

INFORMAÇÕES SOBRE A CAPA: A capa mostra micélio e peritécios sobre nervuras e limbo de folhas de cacaueiro e outros hospedeiros inoculadas com *Ceratocystis* spp.

AGROTRÓPICA é indexada em:

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



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

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

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

Comitê Editorial:

Adonias de Castro Virgens Filho; Almir Martins dos Santos; Antônio Cesar Costa Zugaib; Dan Érico Vieira Petit Lobão; Edna Dora Martins Newman Luz; George Andrade Sodré; Givaldo Rocha Niella; Jacques Hubert Charles Delabie; José Basílio Vieira Leite; José Inácio Lacerda Moura; José Luís Bezerra; José Luís Pires; José Marques Pereira; Karina Peres Gramacho; Manfred Willy Muller; Maria das Graças Conceição Parada Costa Silva; Paulo César Lima Marrocos; Raúl René Melendez Valle; Stela Dalva Vieira Midlej Silva; 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), C.P. 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil.

Telefone: (73) 3214 -3218

Fax: (73) 3214 - 3218

E-mail: agrotrop@cepec.gov.br

Tiragem: 1000 exemplares

AGROTRÓPICA

V. 27

Setembro - dezembro

2015

N.3

CONTEÚDO

ARTIGOS

- 209 Um novo método para detecção precoce de *Ceratocystis* spp. em diversos hospedeiros (em inglês). **D. M. A. Magalhães, E. D. M. N. Luz, U. V. Lopes, S. D. V. M. Silva, V. O. Damaceno, A. R. R. Niella.**
- 215 Parâmetros genéticos e resistência das progênies de cacaueiro à murcha de ceratocystis em condições naturais (em inglês). **M. M. Yamada, F. G. Faleiro, U. V. Lopes, J. L. Pires.**
- 219 Avaliação de indicadores de qualidade do solo por método participativo em assentamentos rurais do sul da Bahia, Brasil (em inglês). **A. W. O. Rocha Junior, G. A. H. A. Loureiro, Q. R. Araujo, G. A. Sodré, A. Q. Paiva, J. C. Faria, R. K. P. Araújo.**
- 233 Conservação da cobra-cega *Siphonops annulatus* (Amphibia, Gymnophiona) em cacauais do Brasil: uma relação bem sucedida entre um animal fossório e um agrossistema (em inglês). **C. Jared, M. M. Antoniazzi, M. Wilkinson, J. H. C. Delabie.**
- 239 Ascomicetos foliolícolas coletados aleatoriamente no dossel de árvores da Mata Atlântica no Sul da Bahia. **N. B. de Carvalho, J. L. Bezerra, E. D. M. N. Luz, M. V. O. dos Santos.**
- 249 Avaliação de métodos para inoculação de *Phytophthora palmivora* em plântulas de pupunheira. **A. B. Vaz, M. L. Oliveira, M. das G. Parada, E. D. M. N. Luz.**
- 257 Uso do solo e mudanças ambientais em uma faixa litorânea no sudeste da Bahia. **K. B. Silva, J. W. Barbosa, N. A. C. Rego.**
- 267 Variação sazonal do preço e da produção do cacau na Bahia - 2003 a 2014. **A. C. C. Zugaib, R. C. S. Barreto, L. P. dos Santos.**
- 281 Atributos bromatológicos da torta de girassol sob adubação orgânica. **E. de S. P. Lobão, A. P. de Andrade, P. D. Fernandes, D. S. da Silva, S. Gonzaga Neto, A. N. de Medeiros, D. E. lobão.**
- 289 Manejo da fertilidade do solo em reflorestamento de clareiras da Floresta Amazônica. **B. T. Canizella, A. Moreira.**
- 297 Levantamento populacional e avaliação de produtos fitossanitários sobre *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) em pomar de *Achras sapota* (sapotaceae) no Sul da Bahia. **A. M. S. de Menezes, O. O. dos Santos, E. A. dos S. F. Melo, M. A. Castellani, M. A. L. Bittencourt.**
- 303 O Mercado brasileiro de cacau: perspectivas de demanda, oferta e preços. **A. C. C. Zugaib, R. C. S. Barreto.**

NOTA CIENTÍFICA

- 317 Miniestaquia em espuma fenólica: Nova ferramenta para avaliação de resistência à murcha de ceratocystis em cacaueiro. **D. M. A. Magalhães, G. A. Sodré, E. dos Santos, L. A. Magalhães.**



**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; Almir Martins dos Santos; Antônio Cesar Costa Zugaib; Dan Érico Vieira Petit Lobão; Edna Dora Martins Newman Luz; George Andrade Sodré; Givaldo Rocha Niella; Jacques Hubert Charles Delabie; José Basílio Vieira Leite; José Inácio Lacerda Moura; José Luís Bezerra; José Luís Pires; José Marques Pereira; Karina Peres Gramacho; Manfred Willy Muller; Maria das Graças Conceição Parada Costa Silva; Paulo César Lima Marrocos; Raúl René Melendez Valle; Stela Dalva Vieira Middlej Silva; 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), P.O.Box 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brazil.

Telephone: 55 (73) 3214 - 3218

Fax: 55 (73) 3214-3218

E-mail: agrotrop@cepec.gov.br

Circulation: 1000 copies.

AGROTRÓPICA

V.27

September - December

2015

N.3

CONTENTS

ARTICLES

- 209 A new method for early detection of *Ceratocystis* spp. on various hosts. **D. M. A. Magalhães, E. D. M. N. Luz, U. V. Lopes, S. D. V. M. Silva, V. O. Damaceno, A. R. R. Niella.**
- 215 Genetic parameters and resistance of cacao progenies to ceratocystis wilt under natural infection. **M. M. Yamada, F. G. Faleiro, U. V. Lopes, J. L. Pires.**
- 219 Evaluation of soil quality indicators by a participatory method in rural settlements in Southern Bahia, Brazil. **A. W. O. Rocha Junior, G. A. H. A. Loureiro, Q. R. Araujo, G. A. Sodré, A. Q. Paiva, J. C. Faria, R. K. P. Araújo.**
- 233 Conservation of the caecilian *Siphonops annulatus* (Amphibia, Gymnophiona) in Brazilian cacao plantations: a successful relationship between a fossorial animal and an agrosystem. **C. Jared, M. M. Antoniazzi, M. Wilkinson, J. H. C. Delabie.**
- 239 Foliicolous ascomycetes randomly collected on trees canopies of southern Bahia rainforest (in Portuguese). **N. B. de Carvalho, J. L. Bezerra, E. D. M. N. Luz, M. V. O. dos Santos.**
- 249 Evaluation of methods for inoculation of *Phytophthora palmivora* in pejibaye palm seedlings. (in Portuguese). **A. B. Vaz, M. L. Oliveira, M. das G. Parada, E. D. M. N. Luz.**
- 257 Among the various geomorphological units of Bahia, this is also the Quaternary plain or strandplain (in Portuguese). **K. B. Silva, J. W. Barbosa, N. A. C. Rego.**
- 267 Seasonal variation of cocoa price and production in Bahia from 2003 to 2014 (in Portuguese). **A. C. C. Zugaib, R. C. S. Barreto, L. P. dos Santos.**
- 281 Chemical composition attributes of sunflower cake under organic fertilization (in Portuguese). **E. de S. P. Lobão, A. P. de Andrade, P. D. Fernandes, D. S. da Silva, S. Gonzaga Neto, A. N. de Medeiros, D. E. lobão.**
- 289 Management of soil fertility in the recovery of clearing of Amazon rainforest (in Portuguese). **B. T. Canizella, A. Moreira.**
- 297 Population survey and evaluation of plant protection products on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) in an *Achras sapota* orchard (Sapotaceae) in Southern Bahia (in Portuguese). **A. M. S. de Menezes, O. O. dos Santos, E. A. dos S. F. Melo, M. A. Castellani, M. A. L. Bittencourt.**
- 303 The Brazilian market for cocoa: demand prospects, supply and prices (in Portuguese). **A. C. C. Zugaib, R. C. S. Barreto.**

SCIENTIFIC NOTE

- 317 Mini cutting in phenolic foam: new tool to Ceratocystis wilt resistance evaluation in cocoa (in Portuguese). **D. M. A. Magalhães, G. A. Sodré, E. dos Santos, L. A. Magalhães.**

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 forages. 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 CO₂ - Uma abordagem filosófica-científica sobre a efetuação humana alopoética da terra em escala planetária. Tese Doutorado. Porto Alegre, UFRGS/IB. 235p.

MONOGRAFIA SERIADA

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

PARTE DE EVENTO

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

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

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

Os autores receberão cópias do seu trabalho publicado.

GUIDELINES TO AUTHORS

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

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

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

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

5 - Abstract - No more than 200 words.

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

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

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

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

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

11 - Measurement units - Use only the International System.

12 - Figures (drawings, maps, pictures and graphs) - They must possess good quality for graphic reproduction; size 8.2 cm or 17 cm wide; photos should be scanned at 300 dpi and recorded, out of the text, in TIF file.

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

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

Citation should be given as follows.

PERIODICALS

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

BOOKS

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

BOOK CHAPTERS

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

DISSERTATION

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

THESIS

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

SERIATE 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 in the last 5 years.

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

After attending the corrections of the reviewers the author should return to the Editor a definitive copy of the corrected version and CD copy in the software recommended by the editors.

Authors will receive the reprints of their published paper.

A NEW METHOD FOR EARLY DETECTION OF *Ceratocystis* spp. ON VARIOUS HOSTS

Dilze Maria Argôlo Magalhães, Edna Dora Martins Newman Luz, Uilson Vanderlei Lopes, Stela Dalva Vieira Midlej e Silva, Virgínia Oliveira Damaceno, Ana Rosa Rocha Niella

CEPLAC/CEPEC, Rod. Ilhéus-Itabuna, km 22, Caixa Postal 07, 45662-000, Ilhéus, BA, Brasil. dilze@ceplac.gov.br

Ceratocystis wilt is a lethal disease to several hosts. This study tested the isolation of *Ceratocystis* spp. from the leaf blade of cacao and other hosts showing yellowing and the isolates pathogenicity to their hosts. Leaves with yellowish and/or darkened areas were disinfested and placed between slices of unripe cacao pods, like a sandwich, in a BOD chamber (25°C), for four days. Ascospores were transferred to Petri dishes containing PDA and their colonies were preserved. The presence of *C. cacaofunesta* in the leaf blade of cacao tree; *C. paradoxa* in coconut palm; and *C. fimbriata* in eucalyptus, rubber, soursop, custard-apple trees and coffee plants were confirmed. To test the isolates pathogenicity, culture discs or droplets of inoculum suspensions (3×10^4 i.u./mL) were applied in two points on leaves of each host, with and without wound, and evaluated in four to seven days. Chlorosis, lesions, mycelia and perithecia development were observed in the midrib and on blades of inoculated leaves. Therefore, an early method of detection of *Ceratocystis* spp. as well as another method to evaluate pathogenicity to various hosts using whole leaves of these hosts were described in this paper.

Key words: Ceratocystis wilt, pathogenicity, leaves

Um novo método para detecção precoce de *Ceratocystis* spp. em diversos hospedeiros. A murchça de Ceratocystis é uma doença letal ao cacauíero e diversos hospedeiros. Neste trabalho testou-se o isolamento de *Ceratocystis* spp. a partir do limbo foliar de cacauíero e outros hospedeiros com amarelecimento das folhas e a patogenicidade dos isolados. Folhas com áreas amareladas e/ou escurecidas foram desinfestadas, colocadas entre fatias de cacau verdoengo, como sanduíche, em BOD (25°C), por quatro dias. Ascósporos foram transferidos para placas de Petri com BDA e as colônias foram conservadas. Foi confirmada a presença, a partir do limbo foliar, de *C. cacaofunesta* em cacauíero, *C. paradoxa* em coqueiro e *C. fimbriata* em eucalipto, seringueira, gravioleira, fruta-do-conde e cafeíero. Para testar a patogenicidade dos isolados discos das culturas ou gotas das suspensões de inóculo (3×10^4 u.i./mL) foram colocados sobre cinco folhas de cada hospedeiro em pontos, com e sem ferimento, e avaliados entre 4 e 7 dias. Nas folhas observou-se clorose, formação de lesões, micélios e peritécios nas nervuras e limbo. Portanto foram descritos um novo método de detecção de *C. cacaofunesta* e também outro método para avaliar a patogenicidade em vários hospedeiros usando folhas inteiras desses hospedeiros.

Palavras-chave: murchça de Ceratocystis, patogenicidade, folhas

Introduction

Ceratocystis wilt is a vascular disease that causes plant death and losses in cocoa plantations, and hence it's great economic importance in cocoa production in Brazil (Bastos and Evans, 1978; Sanches, 2007) and other countries. It was first reported in Brazil in 1978 on cacao, in Rondônia State (Bastos & Evans 1978), and in Bahia State, in 1997, in grafted plants in nurseries, and in 1998 in adult cocoa trees (Bezerra, 1997; Bezerra et al., 1998). Ceratocystis-wilt, caused by *C. cacaofunesta* Engelbr. & T.C. Harr. 2005, is widespread in the cacao-producing region of Bahia State (Luz et al., 2013). The Ascomycota *C. cacaofunesta* and *C. fimbriata* Ellis & Halst. 1890, need wounds to penetrate into the plants shoots (Baker & Harrington, 2004; Marin et al., 2003; Chong, 1961; Delgado & Suárez, 2003) due to the strong mechanical barrier of the epidermis (Luz et al., 2013). *Ceratocystis* is a xylem-invading pathogen, and so the hyphal growth and production of spores in the interior of the vessels may obstruct the perforations of tracheal elements, leading to water stress in the plant. When a plant is infected by this pathogen, the first symptoms displayed are loss of the dark green color of the leaves, followed by wilt, drying out, and death, with the dry leaves remaining adhered to the plant. When the stems are cut, internal brown radial streaks from the cord to the outside of the wood can be observed at the lesion site (Ferreira and Milani, 2002; Ferreira et al., 2006). In the field, dryness can be observed in the branches progressing to the trunk and slowly killing the plant, or the infection is initiated by the plant roots, causing sudden death (Ribeiro et al., 1986). Therefore, a method that can detect the infection before the symptoms manifest and the plant dies will be of paramount importance for the disease control. The objective of this study were: i) to isolate of *Ceratocystis* spp. from the leaf blades of cacao and other host trees as an early diagnosis and ii) to test the pathogenicity of these isolates to the hosts of origin.

Materials and Methods

Searching for *Ceratocystis* spp. in the cacao region

Collections of infected plants were performed on cacao farms of some municipalities (Belmonte, Camacan, Gandú, Ilhéus, Itacaré, Mutuípe, Santo Amaro, Una and Uruçuca) of the Bahian cacao-growing region (Table 1) during three years (2010 to 2012) to detect and isolate *Ceratocystis* spp. on the cacao tree (*Theobroma cacao* L.) and other hosts with initial symptoms of *Ceratocystis* wilt.

Leaves of cacao (*T. cacao*) (Figure 1A), eucalyptus (*Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden) (Figure 1B), rubber [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Muell.-Arg.] (Figure 1C), soursop (*Annona muricata* L.) (Figure 1D), and custard-apple (*Annona squamosa* L.) (Figure 1E) trees, coconut palm (*Cocos nucifera* L.), and coffee plant (*Coffea arabica* L.) (Figure 1F), with yellowish and/or darkened areas, which can be initial symptoms of the disease, were collected. The leaves were washed in running water and sequentially placed in alcohol 70% and sodium hypochlorite 2%. Fragments of the leaves were placed on slices (approximately 10 × 2 cm) of unripe cacao fruit, like a sandwich, and the open side was sealed

Table 1. Municipality of survey, host and collection number of the *Ceratocystis* spp. isolates obtained in the cacao growing region of Bahia

Municipality	Host	Isolate n°	<i>Ceratocystis</i> spp.
Belmonte	<i>Theobroma cacao</i>	125, 126, 127	<i>C. cacaofunesta</i>
	<i>Annona muricata</i>	177	<i>C. fimbriata</i>
	<i>Eucalyptus grandis</i>	118, 119	<i>C. fimbriata</i>
	<i>Hevea brasiliensis</i>	178	<i>C. fimbriata</i>
Camacan	<i>Annona muricata</i>	180	<i>C. fimbriata</i>
Gandú	<i>Theobroma cacao</i>	99, 100	<i>C. cacaofunesta</i>
Ilhéus	<i>Theobroma cacao</i>	211, 224	<i>C. cacaofunesta</i>
	<i>Hevea brasiliensis</i>	176	<i>C. fimbriata</i>
	<i>Cocos nucifera</i>	227	<i>C. paradoxa</i>
	<i>Annona muricata</i>	187	<i>C. fimbriata</i>
Itacaré	<i>Cocos nucifera</i>	155, 156	<i>C. paradoxa</i>
	<i>Annona squamosa</i>	193	<i>C. fimbriata</i>
Mutuípe	<i>Theobroma cacao</i>	104, 106, 109, 165	<i>C. cacaofunesta</i>
Santo Amaro	<i>Theobroma cacao</i>	98	<i>C. cacaofunesta</i>
Una	<i>Theobroma cacao</i>	145, 146	<i>C. cacaofunesta</i>
	<i>Hevea brasiliensis</i>	198	<i>C. fimbriata</i>
Uruçuca	<i>Coffea arabica</i>	192	<i>C. fimbriata</i>



Figure 1- Leaves of the hosts with symptoms of *Ceratocystis* spp. (A-F): (A) cacao tree; (B) eucalyptus; (C) rubber tree; (D) soursop; (E) custard-apple tree; (F) coffee plant; methodologies of isolation (G,H): (G) from fragments of leaves placed between slices of unripe cacao fruits, (H) from infected trunk of cacao, (I) *Ceratocystis cacaofunesta* colony and perithecia; inoculation tests (J-L): (J) detached leaves with culture dishes, (K) detached leaves with droplets of inoculum suspension, (L) leaves of adult plants in the field.

with PVC film (Figure 1G). The “sandwiches” were incubated in plastic boxes containing foam moistened with distilled water in a BOD chamber (25°C) for four days, for production of perithecia. To confirm the presence of the pathogen on the hosts whose plants presented canker, the pathogen was also isolated in a traditional method, i.e., through fragments of infected stems (Figure 1H). Ascospores released from the perithecia formed were transferred to potato dextrose agar (PDA) Petri dishes and incubated at 25°C for ten days. The developed colonies (Figure 1I) were transplanted to test tubes or penicillin bottles containing PDA or sterile water and maintained in the Cacao Research Center (CEPEC) *Ceratocystis* collection culture.

Pathogenicity test

To test the pathogenicity of the isolates to stern and leaves of the original hosts experiments were done under field and laboratory conditions. Under field conditions eight wood branches with approximately 1.5 cm diameter of adult cacao, eucalyptus, rubber,

soursop and custard-apple trees and coffee plants were marked in plants of each host under field conditions at CEPLAC/CEPEC. Four of these branches received the inoculum and the other four were used as control. Superficial cuts were made horizontally with a scalpel and a droplet of $30 \mu\text{L}$ of the inoculum suspensions adjusted to 3.0×10^4 infective units/mL, in 0.3 % water agar (WA) was deposited. A cotton ball moistened with sterile distilled water was placed at the incision site and covered with a sealing tape (Silva et al., 2007). Sixty days after inoculation, the branches were cut at 20 cm below the inoculation point, labeled and brought to the laboratory where the lesion areas were measured after removing the barks off.

Young leaves of the seven hosts, including the coconut palm, were collected, washed and superficially disinfested. Discs with the cultures (0.5 cm in diameter) grown on a Petri dish containing PDA, incubated for 10 days, were placed on five clean leaves of each hosts in two points, with and without injury. A cotton ball moistened in sterile water was placed on each disc, and the leaves were maintained in a moist chamber (Figure 1J); drops of the suspension of the pathogens at the concentration of 3×10^4 cfu/mL were also utilized. In this case, the cotton was not necessary (Figure 1K). Formation of lesions and perithecia was evaluated in four to seven days after inoculation.

Leaves of health adult plants of cacao were also inoculated using culture discs or droplets of inoculum suspension of the same isolates (Figure 1L).

Results and Discussion

Ceratocystis cacaofunesta was isolated from both leaf blades and infected stems from cacao; *C. fimbriata* from eucalyptus, rubber, soursop, custard-apple, and coffee ; as well as *C. paradoxa* (Dade C. Moreau 1952, from coconut. Due to the specificity of *C. cacaofunesta* to *T. cacao* and the literature reports attributing the infection of eucalyptus, rubber, soursop and custard-apple trees and coffee plant (Ribeiro et al., 1986; Ferreira et al., 1999; Silveira et al., 1994; Trindade & Furtado, 1997; Furtado et al., 2008; Marin et al., 2003) to *C. fimbriata* and of coconut palm to *C. paradoxa* (Pinho et al., 2013), it is assumed that the method of isolation from leaves can be utilized for the three species. These three species

are those which predominate as pathogens of this genus in Brazil, with *C. cacaofunesta* causing problems in cacao plantations, *C. paradoxa* in monocotyledons, and mainly *C. fimbriata* in herbaceous and woody plants of great economic importance such as mango, rubber and eucalyptus (Bezerra, 1997; Silveira et al., 1994; Ferreira 1999).

Ceratocystis spp. is usually detected from fragments of the infected stem placed in a moist chamber in a culture medium such as PDA (Ferreira, 1989), or by the carrot-bait technique (Laia et al., 2000). There is also the technique of rapid detection of *Ceratocystis* spp. on infected stems by visualizing chlamydospores in the xylem vessels, pith and medullary rays from histopathological sections on an optical microscope (Ferreira et al., 2005). However, to perform these tests it is necessary to cut the stem in search of the lesion in dead plants. If the plant only presents leaf yellowing, with few branches affected, this technique is impracticable because it would injure the plant. Therefore, the early detection of the pathogen by isolating leaves with the initial symptoms of the disease is of paramount importance, given that it will facilitate the diagnosis and allow control decisions, removing the infected branch if the infection is localized, or the infected plant when the infection is generalized, thereby preventing the spread of the disease by vectors (Rosseto et al., 1980; Baker & Harrington, 2004; Delgado & Suárez, 2003). It will also be possible to determine whether the neighboring plants are infected.

All inoculated isolates of *Ceratocystis* spp. were pathogenic to their respective hosts, with formation of irregular brown lesions (internal streaks) on the inoculated branches of the adult plants (Figure 2A). The pathogen was re-isolated from the lesions, thus complementing Koch's postulate.

In the leaves of cacao (Figure 2B), eucalyptus (Figure 2C), rubber (Figure 2D), soursop (Figure 2E) and custard-apple trees, coffee plant (Figure 2F) and coconut palm (Figure 2G), from the fourth day after inoculation it was possible to observe yellowing and formation of brown/darkened lesions in inoculations with culture discs and droplets inoculum suspension. In the points without injury neither these lesions nor perithecia were formed, but in the points with injury, lesions with mycelial growth developed at the leaf midrib where the perithecia were formed in all hosts

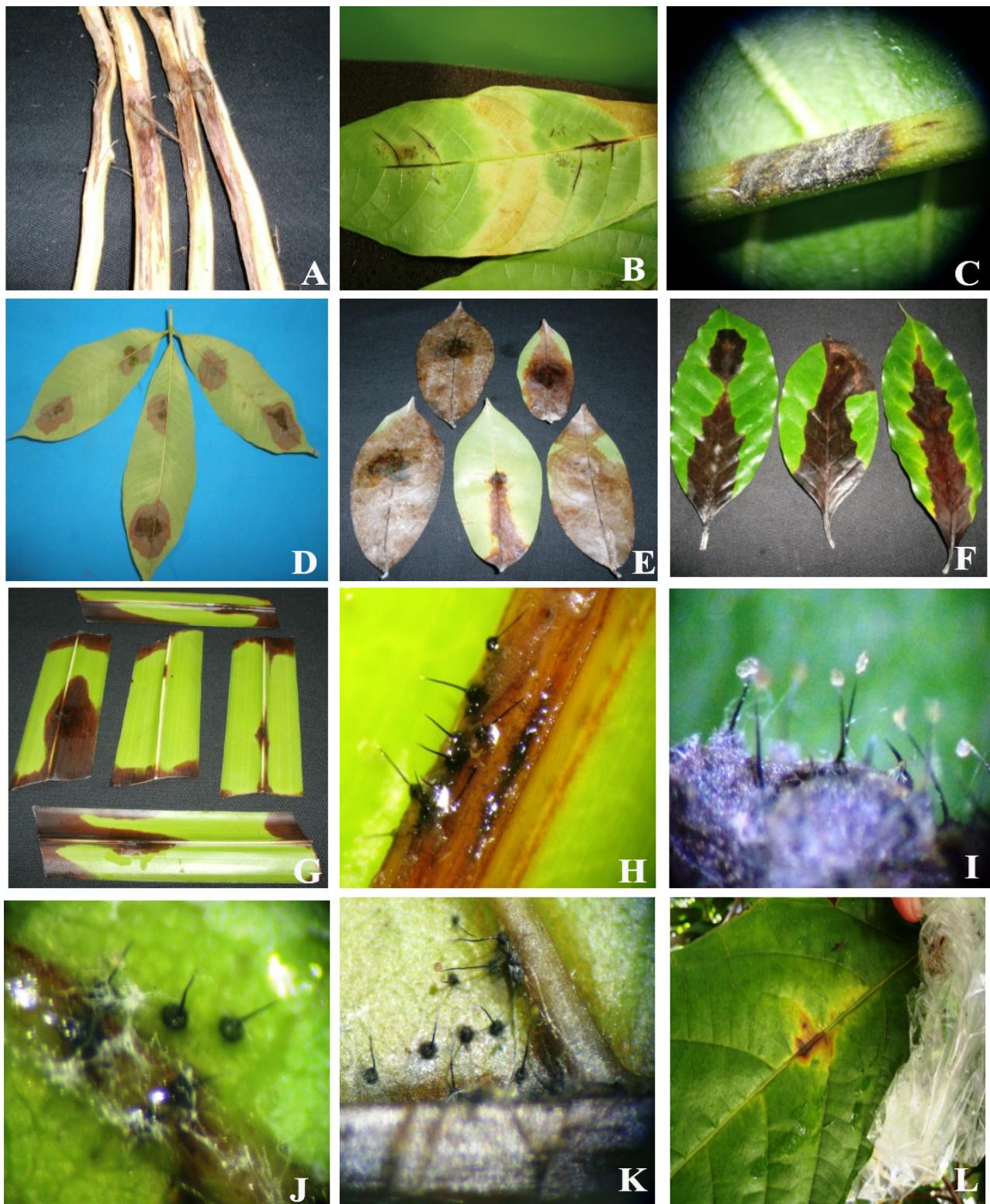


Figure 2 – Symptoms of *Ceratocystis* spp. in leaves and stems of the inoculated hosts: (A) irregular brownish lesions on stems; (B-F) yellowish and/or brownish lesion on leaves of: (B) cacao tree, (C) eucalyptus, (D) rubber tree, (E) soursop, (F) coffee plant, (G) coconut tree; (H, I) perithecia formed on the midrib of inoculated leaves; (J, k) mycelia and perithecia on leaf blade ribs; (L) lesions formed in leaf of adult cacao plants in the field.

tested (Figures 2H, I). In some cases, perithecia were formed on the leaf blade (Figures 2J, K). On leaves of healthy plants inoculated under field conditions, lesions and perithecia were also formed (Figure 2L).

The use of leaves for inoculation and isolation of *Ceratocystis* spp. in several hosts showed to be efficient, thus becoming an early, fast, practical and non-destructive method for detection of the pathogen under field conditions. Therefore, in this study we have reported an early method of detection of *Ceratocystis* spp. as well as another method to evaluate pathogenicity to various hosts using whole leaves of these hosts.

Acknowledgments

Special thanks to the extension agents from CENEX/CEPLAC for helping us in the samples collection on farms.

Literature Cited

- BASTOS, C.N.; EVANS, H. C. 1978. Ocorrência de *Ceratocystis fimbriata* Ell. & Halst. na Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica* 8: 543-544.
- BAKER, C.J.; HARRINGTON, T. C. 2004. *Ceratocystis fimbriata*. In: Crop protection compendium. Kew Surrey, CABI Publishing. pp.14.
- BEZERRA, J. L. 1997. *Ceratocystis fimbriata* causing death of budded cocoa seedlings in Bahia, Brazil. Incoped Newsletter 1:6.
- BEZERRA, J. L., et al. 1998. Ocorrência de *Ceratocystis fimbriata* em clones de cacau no Estado da Bahia. *Fitopatologia Brasileira* 23: 228.
- CHONG, G. L. 1961. Desarrollo de la infección y naturaleza de la resistencia clonal a *Ceratocystis fimbriata*. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agronomo, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil.
- DELGADO, R.; SUÁREZ, C. 2003. Diferencias en agresividad entre aislamientos de *Ceratocystis fimbriata* de Ecuador y Brasil en cacao. In: Seminário Nacional de Sanidad Vegetal, 12º, Lacatunga, Ecuador pp.19-21.
- ENGELBRECHT, C. J. B.; HARRINGTON, T. C. 2005. Intersterility, morphology and taxonomy of *Ceratocystis fimbriata* on sweet potato, cacao and sycamore. *Mycologia* 97:57-69.
- FERREIRA, F. A. 1989. Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil. Viçosa, MG, Sociedade de Investigações Florestais.
- FERREIRA, F. A. 1999. Murcha de *Ceratocystis* em eucalipto no Brasil. *Fitopatologia Brasileira* 24: 284.
- FERREIRA, F. A.; MILANI, D. 2002. Diagnose visual e controle das doenças abióticas e bióticas do eucalipto no Brasil. Mogi Guaçu, SP, International Paper. p.104.
- FERREIRA, F. A.; MAFFIA, L. A.; FERREIRA, E. A. 2005. Detecção rápida de *Ceratocystis fimbriata* em lenho infetado de eucalipto, mangueira e outros hospedeiros lenhosos. *Fitopatologia Brasileira* 30:543-545.
- FERREIRA, F. A., et al. 2006. Sintomatologia da murcha de *Ceratocystis fimbriata* em eucalipto. *Revista Árvore (Brasil)* 30:155-162.
- FURTADO, E. L., et al. 2008. Doenças do eucalipto e coleta de materiais para análise patológica. Botucatu, SP, Votorantim Celulose e Papel.
- LAIA, M. L.; ALFENAS, A. C.; HARRINGTON, T. C. 2000. Isolation, detection in soil, and inoculation of *Ceratocystis fimbriata*, causal agent of wilting, die-back and canker in *Eucalyptus*. *Fitopatologia Brasileira* 25:384.
- LUZ, E. D. M. N., et al. 2013. Atualidades no manejo de doenças do cacau no Brasil. In: Núcleo de Estudos em Fitopatologia, org. Patologia Florestal: desafios e perspectivas. 1ª ed. Lavras, MG, NEFIT - Núcleo de Estudos em Fitopatologia. pp. 313-334.
- MARIN, M., et al. 2003. Relationships of *Ceratocystis fimbriata* isolates from Colombian Coffee-Growing regions based on molecular data and pathogenicity. *Journal of Phytopathology* 151:395-405.
- PINHO, D. B.; DUTRA, D. C.; PEREIRA, O. L. 2013. Notes on *Ceratocystis paradoxa* causing internal post-harvest rot disease on immature coconut in Brazil. *Tropical Plant Pathology* 38 (2):152-157.
- RIBEIRO, I. J. A., et al. 1986. Seca da mangueira VIII. Resistência de porta-enxertos de mangueira ao fungo *Ceratocystis fimbriata* Ell. & Halst. *Bragantia (Brasil)* 45:317-322.
- ROSSETTO, C. J., et al. 1980. Comportamento de variedades de mangueira, espécies de coleobrocas e comportamento de *Hypocryphalus mangiferae*. Campinas, SP, Instituto Agronômico. Circular nº 106: 44.
- SANCHES, C. L. G. 2007. Murcha-de-ceratocystis (*Ceratocystis cacaofunesta*) no sul da Bahia: metodologia para seleção de genótipos de cacauiro resistentes e estudos preliminares descritivos do patógeno. Dissertação de Mestrado. Ilhéus, BA, UESC.
- SILVA, S. D. V. M., et al. 2007. Reação de genótipos de cacauiros a isolados de *Ceratocystis cacaofunesta*. *Fitopatologia Brasileira* 32: 504-506.
- SILVEIRA, A. P., et al. 1994. Caracterização do prejuízo provocado pelo mofo cinzento (*Ceratocystis fimbriata*) em painéis de seringueira (*Hevea brasiliensis*). *Summa Phytopathologica (Brasil)* 20:196-199.
- TRINDADE, D. R., FURTADO, E. L. 1997. Doenças da seringueira. In: Ki-mati, H., et al, eds. Manual de fitopatologia. Doenças das plantas cultivadas. 3ª, ed. São Paulo, SP, Ceres. pp. 628-641. V.2.

GENETIC PARAMETERS AND RESISTANCE OF CACAO PROGENIES TO CERATOCYSTIS WILT UNDER NATURAL INFECTION

Milton Macoto Yamada¹, Fábio Gelape Faleiro², Uilson Vanderlei Lopes¹, José Luis Pires¹

¹CEPLAC/CEPEC, km 22 rod Ilhéus-Itabuna, Caixa postal 7, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. macoto@cepec.gov.br.

²Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, BR 020, km 18, Caixa postal 08223, EMBRAPA, 73301-970, Planaltina, DF, Brasil.

The objective of this study was to evaluate the resistance to the fungus *Ceratocystis cacaofunesta*, causing Ceratocystis wilt, a lethal disease of cacao. In March 2005, in the Joaquim Bahiana Experimental Station (ESJOB) of the Cocoa Research Center (Cepec) located in the municipality of Itajuípe, Bahia, Brazil was an experiment installed in the field with progenies of 27 crosses arranged in randomized blocks with spacing of 3x3 meters with plots of 30 plants and four repetitions, with a total of 120 plants /crosses. The plants of progenies from 27 crosses were evaluated in relation to disease, and, in October 2012, data of the incidence of dead plants were subjected to analysis of variance and heritability. The mean disease incidence ranged from 0.83 to 51.66%, while the overall mean was 16.19% of dead plants. Progenies showed significant differences in incidence and resistance to Ceratocystis wilt. Natural selection performed in this experiment for resistance to *Ceratocystis cacaofunesta* was efficient considering the high heritability ($h^2 = 0.92$) and the value of the relationship $CVg / CVe = 1.71$.

Key words: *Theobroma cacao* L., Ceratocystis wilt, natural selection, variance, heritability.

Parâmetros genéticos e resistência das progêniess de cacaueiro à murcha de ceratocystis em condições naturais. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência do fungo *Ceratocystis cacaofunesta*, que causa a murcha de ceratocystis, doença letal do cacaueiro. Em março de 2005, na Estação Experimental Joaquim Bahiana do Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec), situada no município de Itajuípe, Bahia, Brasil foi instalado no campo um experimento com progêniess de 27 cruzamentos dispostos em blocos ao acaso no espaçamento de 3x3 metros com parcelas de 30 plantas e 4 repetições, totalizando 120 plantas/cruzamento. As plantas das progêniess dos 27 cruzamentos foram avaliadas em relação à doença, e, em outubro de 2012, os dados da incidência de plantas mortas foram submetidos à análise de variância e da herdabilidade. As médias de incidência da doença variaram de 0,83 a 51,66%, enquanto que a média geral do experimento foi 16,19% de plantas mortas. As progêniess mostraram diferenças significativas de resistência e incidência à murcha de ceratocystis. A seleção natural realizada nas condições deste experimento para resistência a *Ceratocystis cacaofunesta* foi eficiente, considerando a alta herdabilidade ($h^2 = 0,92$) e o valor da relação $CVg / CVe = 1,71$.

Palavras-chave: *Theobroma cacao* L., murcha de ceratocystis, seleção natural, variância, herdabilidade.

Introduction

High economical and social impacts have happened in Bahia, since 1989, with the introduction of cacao (*Theobroma cacao* L.) witches' broom disease (*Moniliophthora perniciosa*) in the main producer region. Since then, considerable effort has been dedicated by breeders and pathologists aiming to obtain resistant varieties to the disease, and with productivity and other desirable agronomic traits. However, a new disease Ceratocystis wilt, caused by the fungus *Ceratocystis cacaofunesta* sp. nov. (Engelbrecht and Harrington, 2005), was detected in the Bahian cacao region (Bezerra et al., 1998) and, lately, in the Espírito Santo State (Almeida et al., 2005). Since then it has caused significant yield losses. The disease is lethal to the cacao tree.

In countries where the disease occurs, several clones tested were resistant to the pathogen, as in Ecuador with IMC 67, Pound 12, SPA 9 (Delgado and Echandi, 1965; Soria and Salazar, 1965) and Pa 121 (Soria and Salazar, 1965). In Colombia, the clones ICS 6, TSA 654 (IMC 67 x SCA 6) and ICS 95 were the ones that presented a high resistance level (Barros, 1981), while in Trinidad, the clones IMC 67, P 18 and TSA 654 were found resistant to the disease (Gonsalves, 1996). Among the most susceptible cultivars in the field include some high yielder clones as Sca 6, ICS 1, ICS 39, ICS 89, UF 654, UF 667 and UF 668 (Soria and Salazar, 1965).

In studies at the Cacao Research Center (CEPEC), inoculations in greenhouse using open pollinated progenies, some were found to be resistant to the disease, among them: FCB 01, CSG 70, BOBA01, VB 802, TSH 1188, VB 1151, PS 13.19 and MAC 01; while HW 25, PM 02, PH 15, MO 5 and BJ 11 moderately susceptible and CCN 51, FB 206, PH 16, SJ 02, CCN 10 and FSU 77; as susceptible (Silva et al., 2012). In another study, the clones FB 04, SCA 6, IPIR 1, PAT 301, RVID 08, SALOB 3, PH 92, FB 17, LP 24, TSH 1188 and VB 1151 were classified as resistant, and the clones EET 399, CCN 51 and SJ 02 as susceptible (Silva et al., 2010) using open pollinated progenies.

The segregation in ICS 1 x SCA 6 progenies, allowed the classification of 1 resistant, 9 moderately resistant and 54 susceptible (Soria and Salazar, 1965). Those data could indicate the complementary action of genes.

However, Gonsalves (1996) found in progenies of SCA 6 x ICS 1 all the plants as being susceptible to Ceratocystis wilt. Based on mortality of plants in the field, in diallel cross, Gardella et al. (1982), found 38.06% of additive effects for resistance, 31.42% of dominance effect and 30.52% of environmental effect, and, the clones IMC 67 and SPA 9, as having dominant genes for resistance.

The selection of resistant genotypes to Ceratocystis wilt is the most economical and effective way of controlling the disease. This has led researchers at the Cacao Research Center (CEPEC), in Ilhéus, Bahia, to establish several resistance trials aiming the development of resistant varieties to farmers. The present work evaluated progenies of 27 cacao crosses, under field conditions, at CEPEC's Experimental Station Joaquim Bahiana, in Itajuípe, Bahia, Brazil.

Materials and Methods

The experiment was carried out at the Experimental Station "Joaquim Bahiana" (ESJOB), in Itajuípe, Bahia, Brazil, aiming the selection of plants with good agronomic traits, including resistance to the diseases for further testing as clones' regional trials, before the recommendation to farmers. The evaluation of dead plants in the field were accomplished in the progenies of 27 crosses (Table 2), using a randomized complete block design with plots of 30 plants and 4 replications with a total of 120 plants /cross. Plants were planted in the field in a 3 x 3 meters spacing, in March 2005, using *Erythrina* as shade tree. Before the establishment of the trial, it was detected a high mortality of trees on the susceptible progeny Sca 6 x ICS 1 (var. Theobahia) present in the area. Those trees constituted a source of inoculum of the pathogen to the trial used in this study. The incidence of the disease was evaluated as the percentage of dead plants in each plot of 30 plants in October 2012.

An analysis of variance of the data was performed and the averages compared by the Tukey test at 1% of significance, using Genes package (Cruz, 2006). The estimates of the genotypic ($\hat{\sigma}_g^2$), phenotypic at the average level ($\hat{\sigma}_f^2$) and environmental average ($\hat{\sigma}_e^2$) variances were estimated using the software Genes (Cruz, 2006). The same software was used also to estimate the heritability at the average level (h^2),

coefficients of experimental variation (CVe), genetic (CVg) and ratio CVg/CVe. These parameters were estimated as:

$$\text{Phenotypic variance among the averages of the treatment } \sigma_f^2 = \frac{QMg}{r}$$

$$\text{Environmental variance } \sigma_f^2 = \frac{QMg}{r}$$

$$\text{Genotypic variance } \sigma_g^2 = \frac{QMg - QMe}{r}$$

$$\text{Heritability at the average level } h_a^2 (\%) = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{QMg} \cdot 100$$

$$\text{Coefficient of experimental CVe (\%)} = \frac{\sqrt{QMe}}{\bar{x}} \cdot 100, \text{ variation}$$

Where \bar{x} = average of the incidence of the disease.

$$\text{Coefficient of genetic variation CVg (\%)} = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2}}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$\text{Ratio CVg/CVe} = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_g^2}{\sigma_f^2}}$$

Results and Discussion

Significant differences were observed by the test F, at 1% of probability, among the cacao progenies for the incidence of the Ceratocystis wilt (Table 1). Besides that, highly significant differences among the progenies, high heritability estimates can be verified based on the family average, what shows the accuracy and reliability of the phenotype as estimate of the genotype. The high CVg/CVe ratio (1.7), shows that selection based on disease incidence, under natural infection, can result in genetic gains in breeding programs for resistance. Silva et al. (2013) also found high clonal heritability ($h^2=0.81, 0.78 \text{ e } 0.93$) for three traits for inoculations in field conditions.

The comparison among the progeny averages allowed the differentiation of those progenies in different resistance levels (Table 2). The averages incidence of the disease (percentage of dead plants) ranged from 0.83 to 51.66% (Table 2), being the overall experiment average 16.19% of dead plants (Table 1).

The highest mortality rates were verified when one of the progenitors was CCN 10, CCN 51, CC 10 or CEPEC 515 (Table 2). The clone CCN 51, used as

Table 1. Analysis of variance, estimates of genetic parameters of the percentage of dead plants evaluated in 27 cacao progenies. Joaquim Bahiana Experimental Station (ESJOB), Itajuípe, Bahia, Brazil

Source of variation	df	Mean Square	F Value
Block	3	32.88	
Progenie	26	555.35	12.67**
Error	78	43.84	
Total	107		
Mean		16.19	
Phenotypic variance		138.84	
Environmental variance		10.96	
Genotypic variance		127.88	
Heritability		92.10	
CVg		69.85	
CVe		40.9	
CVg/CVe ratio		1.71	

Table 2. Average of percentage of dead plants in 27 cocoa tree progenies evaluated in October of 2012. Joaquim Bahiana Experimental Station (ESJOB), Itajuípe, Bahia, Brazil

Progenies	Percentage of dead plants	Tukey test **
SGU 26 x CCN 51	51.66	a
EET 45 x CC 10	36.66	ab
CEPEC 515 x CC 10	30.83	bc
CEPEC 515 x SGU 54	29.16	bcd
CC 10 x CCN 10	28.33	bcede
RB 39 x CCN 51	25.83	bcd
EET 392 x CCN 51	22.50	bcd
CEPEC 94 x CCN 10	20.83	bcd
EET 62 x VB 514	18.88	bcd
PA 300 x CCN 10	18.33	bcd
TSH 1188 x CC10	18.33	bcd
TSH1 188 x CCN 10	17.50	bcd
PA 169 x CCN 10	15.83	cde
TSH 565 x VB 184	12.50	cde
TSH 1188 x SGU 54	10.83	cde
TSH 565 x VB 1139	10.00	defgh
PA 285 x TSH 565	9.16	defgh
VB 184 x SIC 19	9.16	defgh
CEPEC 523 x CCN 51	8.33	e
VB 184 x SGU 54	7.50	fgh
CEPEC 42 x SIC 19	7.50	fgh
TSH 565 x CSG 70	6.66	fgh
CCN 10 x VB 1151	6.66	fgh
CASA x CCN 10	5.83	fgh
TSH 1188 x CEPEC 515	5.00	gh
CEPEC 94 x AC 01	2.50	gh
TSH 1188 x VB 1151	0.83	h

susceptible control in other studies (Silva et al. 2010, 2012), as well as CCN 10, CC 10, CEPEC 515 should be susceptible (Table 2). However, the rate of mortality progenies of those clones decreased when they were crossed with resistant clones as in CEPEC 523 x CCN51 (8.33%), CCN 10 x VB 1151 (6.66%), CASA x CCN 10 (5.83%) and TSH 1188 x CEPEC 515 (5%). The clones CEPEC 523, VB 1151, CASA and TSH 1188 are resistant. Clones VB 1151 and TSH 1188 have been used as resistant control in other studies (Silva et al., 2010, 2012) and in this experiment the crosses between the two, resulted in very low frequency of dead plants (0.83%) (Table 2).

The results of this work confirm the resistance of VB 1151, TSH 1188, CSG 70 and MAC 01 (used the acronym AC 01 in this work) found by Silva et al. (2012). When crosses involving resistant x resistant parents, as in TSH 1188 x VB 1151 (0.83%) or susceptible x susceptible, as in SGU 26 x CCN 51 (51.66%) and EET 45 x CC 10 (36.66%) are considered, they occupy the extreme of dispersion in the averages of dead plants. A very high agreement was verified with the results of other works in spite of the differences in inoculation methods (natural field infections vs. greenhouse artificial inoculation) (Silva et al., 2010, 2012). Also, a significant correlation coefficient ($r = .60 **$) has been observed between greenhouse and field incidence of *Ceratocystis* wilt previously (Yamada et al., 2012).

Many high yielder plants have been selected in this trial for further tests as clones in regional trials, particularly in the progenies of RB 39 x CCN 51, CEPEC 94 x CCN 10, PA 169 x CCN 10 and CCN 10 x VB 1151 (Yamada et al., 2013). However, as shown in this study these progenies a high number of dead plants, except in the cross CCN 10 x VB 1151 (Table 2). The natural selections for the resistance to that disease must have happened, that can be demonstrated in subsequent studies with those selected plants. Natural selection for resistance to *Ceratocystis cacaofunesta* must have been efficient in reason of the high heritability (Table 1) found in this experiment, and the occurrence of the dead plants in all replications, with a wide dispersion of the disease inside the experiment.

Considering the results of the present work, it could be recommended the cross TSH 1188 x VB 1151 as rootstock (very low % of dead plants). However, restriction should be made because under field conditions, this was the progeny with the highest

production of vegetative and cushion brooms in the experiment (Yamada et al., 2013).

The natural selection for resistance to *Ceratocystis cacaofunesta* can be efficient considering the high heritability found and value of the ratio CVg/CVe superior to the unit.

Literature Cited

- ALMEIDA, L. C. C. et al. 2005. Distribuição geográfica da murcha-de-*ceratocystis* do cacaueiro na Bahia, Brasil. Agrotrópica (Brasil) 17:83-86.
- BARROS, N. O. 1981. Cacao. Manual de assistência técnica, n° 23. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario. 286p.
- BEZERRA, J. L. et al. 1998. Ocorrência de *Ceratocystis fimbriata* em clones de cacau no estado da Bahia. Fitopatologia Brasileira 23: 228. (Resumo).
- CRUZ C.D. 2006. Programa Genes. Estatística Experimental e Matrizes 1 ed. Viçosa, Editora UFV. 285p.
- DELGADO, J. C.; ECHANDI, E. 1965. Evaluacion de la resistencia de especies y clones de cacao al mal del machete provocado por *Ceratocystis fimbriata*. Turrialba (Costa Rica) 15: 286-289.
- ENGELBRECHT, C. J. B.; HARRINGTON, T. C. 2005. Intersterility, morphology and taxonomy of *Ceratocystis fimbriata* on sweet potato, cacao and sycamore. Mycologia 97(1): 57-69.
- GARDELLA, D. S.; ENRIQUEZ, G. A.; SAUNDERS, J. L. 1982. Inheritance of clonal resistance to *Ceratocystis fimbriata* in cacao hybrids. In: International Cocoa Research Conference, 8th. Proceedings. Cartagena, Colombia. Cocoa Producers' Alliance 695-702.
- GONSALVES, C. 1996. History of cocoa breeding in the Ministry of Agriculture. Cocoa Research Units Newsletter, Trinidad 3:4-6.
- SILVA, S. D. V. M. et al. 2010. Avaliação de clones de cacaueiros selecionados no sul da Bahia para resistência a *Ceratocystis cacaofunesta*. Agrotrópica (Brasil) 22 (3):165-170.
- SILVA, S. D. V. M. et al. 2012. Resistência de progêniens de cacaueiro à murcha-de-*Ceratocystis*. Tropical Plant Pathology 37(3):191-195.
- SILVA, S. D. V. M. et al. 2013. Seleção de clones de cacaueiros resistentes à murcha-de-*Ceratocystis* em condições de campo. Agrotrópica (Brasil) 25:163-170.
- SORIA, V. J.; SALAZAR, G. 1965. Pruebas preliminares de resistencia a *Ceratocystis fimbriata* em clones e híbridos de cacao. Turrialba (Costa Rica) 15 (4):290-295.
- YAMADA, M. M. et al. 2012. Resistência de progêniens de cacaueiro a murcha-de-*Ceratocystis* em condições de casa de vegetação e campo. In: International Cocoa Research Conference, 17th. Proceedings. Yaounde, Cameroon, Cocoa Producers Alliance. pp.1-6.
- YAMADA, M. M. et al. 2013. Agronomic performance of 27 cocoa progenies and plant selections based on productivity, self compatibility and disease resistance. Revista Ceres (Brasil) 60(4):514-518.

EVALUATION OF SOIL QUALITY INDICATORS BY A PARTICIPATORY METHOD IN RURAL SETTLEMENTS IN SOUTHERN BAHIA, BRAZIL

*Antônio W. O. Rocha Junior¹, Guilherme A. H. A. Loureiro², Quintino R. Araujo^{2,3}, George A. Sodré^{2,3}
Arlicélio Q. Paiva², José C. Faria², Rosenilton K. P. Araújo³*

¹Municipal Government of Ilhéus, Bahia, Brasil. awrochajr@gmail.com; ²State University of Santa Cruz (UESC) Ilhéus, Bahia, Brasil; ³Cocoa Research Center (CEPEC/CEPLAC), Ilhéus, Bahia, Brasil.

This study aimed to validate the methodology of empirical evaluation of soil quality indicators in field with farmers in comparison to laboratory analysis. Soil indicators, selected by farmers in two rural settlements of southern Bahia, Brazil, in areas of cocoa crops compared to cassava, coffee and pasture were studied. By the Wilcoxon test, the soil quality indicators of organic matter and mulching showed nearby notes between the empirical and the technical evaluations. Although the notes of empirical evaluations for the indicators erosion, moisture, compaction, microbial activity, and structure have been differentiated of the technical evaluation, the subjective methods proved viable to establish dialogue between technicians and farmers, raising attention to aspects of soil management and conservation, that had been not seen before.

Key words: soil management and conservation, ethnopedology, land uses, cocoa region of Bahia.

Avaliação de indicadores de qualidade do solo por método participativo em assentamentos rurais do sul da Bahia, Brasil. Este estudo objetivou adaptar metodologia de avaliação empírica de indicadores de qualidade do solo, no campo com agricultores, em comparação com análises técnico-científicas em laboratório. Para tanto, estudaram-se indicadores do solo, selecionados pelos agricultores, de dois assentamentos rurais do sul da Bahia, em áreas de cultivos de cacau comparadas aos cultivos de mandioca, café e pasto. Pelo Teste de Wilcoxon os indicadores de qualidade do solo matéria orgânica e cobertura apresentaram notas muito próximas entre a avaliação empírica e a avaliação técnica. Embora as notas das avaliações empíricas para os indicadores erosão, umidade, compactação, atividade microbiana e estrutura tenham se diferenciado da avaliação técnica, os métodos subjetivos se mostraram viáveis para estabelecer o diálogo entre os técnicos e os produtores rurais, despertando a atenção para aspectos de manejo e da conservação dos solos não antes observados por eles.

Palavras-chave: manejo e conservação do solo, etnopedologia, usos da terra, Região cacauíra da Bahia.

Introduction

The term "Soil Quality" has been created in the end of the 70's, directly related to the chemical evaluation of soil fertility, however, nowadays, this term comprises the joint interpretation of soil chemical, physical and biological attributes and also for following the farmer's socio-economical demands (NRCC, 1993; Bruggen & Semenov, 2000; Karlen et al., 2003; Sposito & Zabel, 2003; Vezzani & Mielniczuk, 2009).

Due to the diversity of aspects related to soil quality, it is important to understand that it can't be directly estimated (Araújo et al., 2012). By the technical-scientific perspective, the soil quality can be quantitatively measured by a minimum number of attributes (indicators) (Karlen & Stott, 1994; Karlen, 1997; Andrews et al., 2004; Van Lier, 2010). The quantitative evaluations suggest that the agricultural sustainability depends on the soil quality maintenance, since it decreases overtime, especially due to changes in the use of land, like crops in deforested areas (Vezzani, 2001; Spagnollo, 2004).

Apart from the quantitative analysis and its interpretations, it is possible to notice several qualitative soil aspects from the empirical observation, which are much related to the farmer's daily lives (Feiden, 2005). This author highlights that despite the farmers don't usually describe the phenomena that take place in their production system in technical-scientific terms, the information that they hold can subsidize the praxis of technicians and researches in the search for solutions of agro system problems. In this context, the Ethnopedology can give instruments of interaction between technicians and farmers, aiming towards documentation and comprehension of local approaches about perception, classification, use and management of soil, since both the approaches include beliefs about spatial heterogeneity of soil and earth, temporal variability, natural processes and dynamics and interaction with other biophysical factors (Barrera Bassols & Zinc, 2000).

Segments of the scientific community have been questioning the validity of direct interpretation by farmers in regards to soil attributes, supporting that confirmation through analytical procedures established by science are necessary (Araujo et al., 2008).

This work is aimed to identify attributes that indicate soil quality by a participatory method, involving technicians and farmers, which will point out the indicators to be empirically evaluated, directly from the farms, and then technically evaluated by traditional scientific methods, such as laboratory analysis. Both evaluation types, empirical and technical, were applied to soil under different crops from two rural settlements in Southern Bahia, Brazil.

Materials and Methods

The study was developed in two rural settlements in Bahia, the "Union and Labour Farmers Association" (APAUT), located in the city of Ilhéus ($14^{\circ} 48' 54''$ S; $39^{\circ} 08' 00''$ W), Japú region and in the "Rural Workers of Freedom Settlement" (ASTRAL), in the city of Maraú ($14^{\circ} 12' 42''$ S; $39^{\circ} 23' 37''$ W). In each of the settlements two sample areas (locations 1 and 2) were chosen, and in each of them, two crops in adjacent quarters (Table 1).

Two soil profiles were described in each of the settlements (APAUT e ASTRAL), in accordance of the Embrapa methodology (2006), and its results were analysed in its physical and chemical properties (EMBRAPA, 2011) in order to know the soil classification in the chosen locations. According to the pedologic classification, the predominant soil in areas of the APAUT and ASTRAL settlements correspond to an Ultisol (*Typic Hapludult*).

The research activities were performed in 3 stages:

Stage I - Survey and definition of the soil quality indicators by the farmer's perspective. The empirical evaluation method adopted was the "quick agro-

Table 1. Identification of the sample locations in the APAUT e ASTRAL settlements and their related crops

Settlement	Sample location	Crop
APAUT (Ilhéus, Bahia)	Location 1	Cocoa and Cassava
	Location 2	Cocoa and Coffee
ASTRAL (Maraú, Bahia)	Location 1	Cocoa and Pasture
	Location 2	Cocoa and Cassava

APAUT: Union and Labour Farmers Association;
ASTRAL: Rural Workers of Freedom Settlement.

ecological", an adapted methodology based on Altieri (2002), Altieri & Nicholls (2002). From the soil quality indicators approached and commented, seven were selected: 1 - Organic Matter, 2 - Soil Coverage, 3 - Erosion, 4 - Humidity, 5 - Compaction, 6 - Microbial Activity, and 7 - Structure. For each indicator the following interval of values were assigned: 0 to < 5 is undesirable, 5 to < 7 is moderate, 7 to 10 is adequate; with the exception of the compaction and erosion indicators on which the interpretation was inverse, 7 to 10 is undesirable, 5 to < 7 is moderate, 0 to < 5 is adequate. Following that, were validated methods of empirical evaluation (subjective) for each indicator that was close to the technical evaluation results (objective), in order to obtain information that could be compared.

Stage II - The farmers were separated into five groups of four participants, supported by one technician for the field indicators valuation. Values from 0 to 10 were adopted, according to the classification proposed by Table 2. Each farmer has given his note for each of the indicators, for crops in the two locations of each settlement, thus, obtaining the group average. The five notes average represents the repetitions in each crop in question. Following that, detailed information was found from the empirical evaluation of the soil quality indicators from Table 2: 1) Organic matter - Evaluated by the organoleptic perception through soil odour, texture and colour; 2) Soil cover - visually evaluated, randomly putting a wooden template with measures of 0.5 cm x 0.5 cm, to estimation of the percentage of the covered area; 3) Erosion - evaluated with the visual perception from the soil superficial horizon conservation or degradation (O/A), by means of the observed thickness measurement in a micro-trench; other supporting facts for this evaluation were the observation of the roots exposure, the existence of furrows, ditches and traces of soil particles movement; 4) Humidity (water retention) - visual perception of the water retention capacity by the soil from an unformed soil sample of 5 cm depth collected by a PVC tube (6 mm diameter), which was put inside a translucent plastic recipient and poured with a known water volume (100 mL), then the elapsed time for the water to infiltrate into the sample was recorded, to measure the quantity of infiltrated water, and to find the water retained by the soil; 5) Soil

compaction - a 30 cm wire string (number 14) was used, which was vertically put against the soil and then pressed, to observe, or not, the penetration into the soil, thus estimating the level of compaction. The depth on which the wire string curves itself due to the soil resistance was recorded, to establish a note based on the referential values; 6) Microbial activity: an oxygenated water solution of 3% was used, with 10 drops poured into a portion of approximately 10 g of soil, to verify its effervescence (little, moderate or abundant); 7) Structure - visual evaluation of a clod put into a becker with water to observe the size of the aggregates and, after five minutes, colour changes in the water were observed. The clod was also handled in a way for it to be broken in its fracture points, and under the pressure exerted between the index and thumb fingers, its consistence was observed, in a way that if the clod crumbled faster, it evinced a loose soil and fewer aggregates.

Stage III - The effectiveness of the soil quality indicators empirical values were verified by technical evaluations. The indicators represented by equivalent soil attributes are described in Table 2. The soil sampling collection took place in locations 1 and 2 from each settlement (Table 1), in their respective crops, from the 0 to 20 cm layer, with 5 repetitions on each crop, on which each repetition is represented by a sample composed by 5 simple sub-samples, and then analysed in the laboratories of the Cocoa Research Centre (CEPEC) and the State University of Santa Cruz (UESC), throughout the months of September and December 2012. The physical attributes: soil density (Ds), particles density (Dp), humidity equivalent (EU) and organic carbon (CO), were analysed according to procedures standardized by EMBRAPA (2011). The soil cover was estimated by using photometry on randomly picked areas, with the 50 cm x 50 cm template, on which its true scale photos were used to calculate the covered areas and then expressed in percentage values. The erosion was estimated in five micro-trenches from each crop, in the locations 1 and 2 from the APAUT and ASTRAL settlements, recording the superficial O/A horizon thickness as the indicator of the soil's level of erosion (Lepsch, 1983). Each value (repetition) was represented by the average of four individual O/A horizon measures verified in the micro-trenches. The aggregates' stability in water

Table 2. Identification of the empirical and technical evaluation methods of the soil quality indicators that were selected in the APAUT and ASTRAL settlements

Indicator	Empirical Evaluation			Technical Evaluation			
	Method	Note	Conception	Reference	Analysis	Method	Reference
Organic matter (1)	Tactile and visual evaluation	0 5 10	Absence of humus Small presence of humus Abundance of humus	USDA (2001)	C organic	Walkley Black	EMBRAPA (2011)
Soil cover (2)	Wooden template (50 cm x 50 cm)	0 5 10	Exposed soil 50% covered 100% covered	Gama-Rodrigues (1997)	Measure/Surface	Square (50 cm x 50 cm)	Gama-Rodrigues (1997), Sodré et al. (2000)
Erosion (3)	Visual evaluation	5 0	Channels (furrows, ditches) Roots exposition O/A horizon presence	USDA (2001)	Measurement of A horizon thickness	Thickness of A horizon	Lepsch (1983)
Humidity (water retention) (4)	Small (Retention), Average, High. Complementary - Tactile / texture	0 5 10	Low retention Average retention High retention	USDA (2001)	Equivalent humidity	Centrifuge	EMBRAPA (2011)
Compaction (5)	Wire string n° 14 - 30 cm	10 5 0	Curves Penetrates 1.5 cm Penetrates 30 cm	Altieri (2002)	Resistance to penetration (MPa)	Penetrometer	Stolf et al. (1983)
Microbial activity (6)	Application of oxygenated water 3% (H ₂ O ₂)	0 5 10	No effervescence Average effervescence High effervescence	Gama-Rodrigues (1997); Sodré et al. (2000)	Mineralizable carbon	Evolution of CO ₂	Silva et al. (2007)
Structure (7)	Clod in Water / Size of aggregations consistence / Pressure between fingers	0 5 10	Loose, without aggregations Aggregates break with little pressure Aggregates difficult to be broken	USDA (2001); EMBRAPA (2011)	Stability of aggregates in water	Yoder	Kemper & Roseau (1986)

was established by the Kemper & Rosenau (1986) method, and by procedures standardized by EMBRAPA (2011). The microbial activity (CO₂ evolution) was established by the method described by Silva et al. (2007).

The obtained data from the field and laboratory measurements have different magnitudes and cannot be compared. The field measurements are measured in the 0 to 10 scale, meanwhile the laboratory ones have different scales according the specific variable. For this reason, the laboratory data were divided by the scientific literature's highest related value and then multiplied by 10 (Table 3).

The Wilcoxon (rank sum test) test was chosen (Wilcoxon, 1945) for the independent samples of the technical and empirical evaluation for each quality indicator, in order to determine whether or not the two evaluations are statistically different from each other. The association degree between the technical and empirical evaluations for each soil quality indicator was determined by the correlation coefficient rank of Spearman - rank correlation - (Lehmann, 1979). The analysis was running in the environment R (R Development Core Team, 2012), and the Vim-R plugin editor was used as the graphical interface in the R (Aquino & Faria, 2012).

Results and Discussion

It was observed from the empirical evaluation that the cocoa crops, in all the studied locations in the APAUT e ASTRAL settlements, had more advantageous notes in comparison to the cassava, coffee and pasture crops (Table 4).

When evaluating the organic matter indicators in the crops, the farmers had the opportunity to explore their organoleptic skills and, in several cases, for the first time have they realized the significance of soil colour, odour and texture as an indicator of soil quality, so that they attributed the best notes to the cocoa crops (Table 4).

In the soil cover indicator empirical evaluation, the farmers realized the fundamental differences between each crop, observing that some of them expose the soil to the weather more than others (Table 4). The highest averages notes of empirical evaluation were attributed to the cocoa crops, due to the other crops (cassava, coffee and pasture), from the adjacent plantations, had inadequate quality averages (Table 4).

The empirical evaluation of the erosion indicator presented the best results for the cocoa crops in contrast with the other crops (cassava, coffee and pasture) (Table 4). In this subjective evaluation, the farmers attended to the soil superficial layers decreasing, rich in organic matter, as the result of changes in the crop and inadequate soil management practices.

In regards to the humidity soil quality indicator, the farmers attributed the highest average notes to the cocoa crops in comparison to the other studied crops (cassava, coffee and pasture) (Table 4); they realized the importance of good soil physical conditions for some phenomena such as water infiltration and retention.

By using a wire string of 30 cm (nº 14), the farmers evaluated the compaction indicator, attributing the highest notes average to the most compressed crops, which corresponded to the cassava, coffee and pasture crops (Table 4); the best conception was attributed to cocoa crops (Table 4), on which, by its arboreal composition, deposition of residues that covers the soil

Table 3. Highest values defined by science for the related attributes to the soil quality indicators to the technical evaluation

Attribute	Soil quality indicator	Unit	Highest value ¹	Reference
Organic matter	Organic Matter	g kg ⁻¹	47	Embrapa (2006)
Soil cover	Soil cover	%	100	Bertoni & Lombardi Neto (1990)
Equivalent humidity	Soil Humidity	kg kg ⁻¹	400	Ruiz et al. (2003)
Resistance to penetration	Compaction	MPa	2,2	Stolf et al. (1983)
Microbial activity	Microbiotic Activity	mg CO ₂ kg ⁻¹ soil	30	Silva et al. (2007)
IEA (Aggregate Stability Index)	Structure	%	100	Ferreira (2010)
Interval				
Superficial O/A Horizon	Erosion (loss of O/A Horizon)	cm	0-40	Bertoni & Lombardi Neto (1990)

¹Highest values assuming Ultisols of the humid tropical climate.

and its consequent protection on the superficial horizon, contains a soil conditions that presents less obstructions for the roots penetration.

The empirical evaluation of the microbial activity indicators evinced that the farmers noticed a higher effervescence of the oxygenated water solution poured into soil samples of the cocoa crops (Table 4). The farmers did not have any difficulty in attributing notes to the effervescence level they visualized in the soil samples, and also, they were somehow curious when they realized that the soil is full of life.

In the evaluation of the structure indicator, the farmers also empirically distinguished the different crops, awarding the best notes to the cocoa crops when compared to the cassava, coffee and pasture crops (Table 4). Empirically, the farmers started to realize the effects of water over the soil aggregations, and to understand how the soil structure is important to its quality maintenance.

The soil quality indicators averages from the technical evaluation in the APAUT e ASTRAL settlements are presented in Table 5.

Table 4. Overview of the empirical evaluation of the soil quality indicators in the studied Ultisol under different crops at APAUT and ASTRAL rural settlements

Settlement	Location	Crop	ORG	COV	ERO	HUM	COM	MIC	STR
			Evaluation notes average ($n = 5$) and concept ⁽¹⁾						
APAUT Ilhéus, Bahia	1	Cocoa	7,76 a	9,70 a	1,28 a	5,70 m	4,32 a	7,02 a	7,62 a
		Cassava	4,62 i	6,42 m	6,68 m	4,32 i	6,54 m	3,50 i	5,92 m
	2	Cocoa	6,20 m	7,84 a	1,64 a	4,88 i	4,04 a	4,92 i	7,48 a
		Coffee	3,64 i	3,60 i	6,02 m	3,04 i	6,76 m	2,60 i	3,38 i
ASTRAL Maraú, Bahia	1	Cocoa	4,74 i	9,34 a	1,58 a	6,42 m	4,86 a	4,84 i	5,56 m
		Pasture	3,72 i	3,06 i	5,30 m	1,68 i	8,42 i	2,02 i	2,78 i
	2	Cocoa	7,18 a	8,50 a	1,02 a	8,20 a	4,54 a	4,94 i	7,78 a
		Cassava	5,02 i	4,10 i	5,30 m	4,58 i	7,50 i	1,68 i	5,94 m

ORG: organic matter(sensorial evaluation, texture, odour, colour) = soil organic matter content (g kg^{-1}); SUR: surface = soil cover measurement (%); ERO: erosion = highest value equivalent to the absence of O/A horizons (cm); HUM: humidity = equivalent humidity (g kg^{-1}); COM: compaction = highest value equivalent to the resistance of penetration of 2 MPa; MIC: microbial activity = evolution of carbon dioxide ($\text{mg CO}_2 \text{kg}^{-1}$ of soil); STR: structure = Aggregates stability index (%).⁽¹⁾Farmer's evaluation average estimated in a scale with values from 0 to 10, quality conception: a - adequate, m - moderate and i - inadequate; ⁽²⁾Inverse conception interpretation for the COM and ERO indicators.

Table 5. Overview of the technical evaluation of the soil quality indicators in the studied Ultisol under different crops at APAUT and ASTRAL rural settlements

Settlement	Location	Crop	ORG	COV	ERO	HUM	COM	MIC	STR
			Evaluations Average ($n = 5$)						
APAUT (Ilhéus, Bahia)	1	Cocoa	45	9,70	12	264	1,40	17,4	98
		Cassava	38	4,80	12	273	1,61	24,5	86
	2	Cocoa	56	9,00	21	397	1,29	17,5	89
		Coffee	30	1,40	13	222	1,60	23,6	94
ASTRAL Maraú, Bahia	1	Cocoa	47	9,80	23	226	1,79	17,4	90
		Pasture	25	6,60	19	170	2,04	16,6	86
	2	Cocoa	37	9,80	24	263	1,58	14,9	92
		Cassava	45	1,40	19	274	1,73	10,8	91

ORG: soil organic matter content (g kg^{-1}); COV: soil cover (%); ERO: loss of A horizon (cm); HUM: equivalent humidity (g kg^{-1}); COM: resistance to penetration (MPa); MIC: carbon dioxide evolution ($\text{mg CO}_2 \text{kg}^{-1}$ of soil); STR: Aggregates stability index (%).

To proceed with the statistical analysis, the resulted values from the technical evaluation were standardized to a scale with values from 0 to 10 (Table 6), on the basis of the highest values and the values intervals present in the scientific literature (Table 3), with the aim of allowing the comparison with the empirical evaluation values.

In the technical evaluation of the soil organic matter indicator, all the cocoa crops from the APAUT e ASTRAL locations presented the best notes average in comparison to the other crops (cassava, coffee and pasture), with the exception of the cocoa crop in ASTRAL location 2, which presented an inferior note in relation to the cassava crop (Table 6). The cocoa agro-system in the called "cocoa-cabruca" system is privileged for having an arboreal extract which has similarities to the native forestry and, in comparison with other crops, presents several positive features from the soil preservation perspective, such as carbon sink (Inácio et al., 2005; Gama-Rodrigues; Gama-Rodrigues; Nair, 2011; Araujo et al., 2013).

The technical evaluation of the erosion indicator presented an inadequate quality conception to the cocoa and cassava crops in the APAUT location 1 (Table 6). In the other locations, 2 (APAUT), 1 and 2 (ASTRAL), the cocoa crops presented an adequate quality conception in regards to the erosion indicator in relation to the moderate conceptions of the coffee, pasture and cassava crops (Table 6). Some researches

indicate that agro-systems, such as coffee and cassava plantations in conventional cultures and degraded pastures, are more susceptible to the hydric erosion effects, on which a higher loss of soil takes place (Thomazini et al., 2012; Silva Júnior et al., 2005; Araújo et al., 2012; Inácio et al., 2005).

The technical evaluation of the soil cover indicator distinctly highlighted the cocoa crops with the higher notes average (Table 6). Cocoa plantations presented litter or a typical organic layer that resembles the deposition of vegetal residues from a natural ecosystem (Inácio et al., 2005; Gama-Rodrigues; Gama-Rodrigues; Nair, 2011). In the conventional cassava plantation, due to the low plant foliar area occurrence, the soil stays almost uncovered, as well as some conventional coffee plantations do not contain vegetal covering, like mulching (Silva Júnior et al., 2005; Thomazini et al., 2012). Degraded pastures also presented uncovered soil area (Moraes, 2002).

In APAUT, the technical evaluation of the compaction indicator presented a moderate quality on the cocoa crops over the others (Table 6). In ASTRAL, location 1, the cocoa crops presented a moderate quality conception, similar to cassava, and on location 2, the cocoa and pasture crops presented an inadequate conception (Table 6).

A moderate quality of the humidity indicator was presented in the comparison between the cocoa and cassava crops on location 1 from the APAUT and

Table 6. Overview of the standardized notes of technical evaluation in the studied Ultisol under different crops at APAUT and ASTRAL rural settlements

Settlement	Location	Crop	ORG	COV	ERO	HUM	COM	MIC	STR
			Evaluations Average (<i>n</i> = 5)						
APAUT (Ilhéus, Bahia)	1	Cocoa	45	9,70	12	264	1,40	17,4	98
		Cassava	38	4,80	12	273	1,61	24,5	86
	2	Cocoa	56	9,00	21	397	1,29	17,5	89
		Coffee	30	1,40	13	222	1,60	23,6	94
ASTRAL Maraú, Bahia	1	Cocoa	47	9,80	23	226	1,79	17,4	90
		Pasture	25	6,60	19	170	2,04	16,6	86
	2	Cocoa	37	9,80	24	263	1,58	14,9	92
		Cassava	45	1,40	19	274	1,73	10,8	91

ORG: soil organic matter content (g kg^{-1}); COV: soil surface (%); ERO: loss of A horizon (cm); HUM: equivalent humidity (g kg^{-1}); COM: resistance to penetration (MPa); MIC: carbon dioxide evolution ($\text{mg CO}_2 \text{kg}^{-1}$ of soil); STR: Aggregates stability index (%).⁽¹⁾Farmer's evaluation average estimated in a scale with values from 0 to 10, quality concept: a - adequate, m - moderate and i - inadequate; ⁽²⁾Inverse conception interpretation for the COM and ERO indicators

ASTRAL settlements (Table 6). The same concepts of soil quality related to the humidity and compaction indicators were observed on locations 1 and 2 from ASTRAL settlement (Table 6).

The microbial activity presented the best behaviour in the cassava crops on location 1 and the coffee crops on location 2 from APAUT settlement, when compared to the cocoa crops (Table 6). On location 1 from ASTRAL settlement, a moderate quality conception was presented for the microbial activity in regards to the cocoa and pasture crops, and inadequate on location 2 for the cocoa and cassava crops (Table 6). Mercante et al. (2008) researched cassava plantation systems and native vegetation and verified that the organic matter influences the soil microbiota, since it is a metabolism energy source. However, these authors did not find any significant differences between the microbial activity averages and metabolic/microbial quotients for the cassava and native vegetation under different soil management systems. On the other hand, Glaeser et al. (2010) verified that the microbial activity in a dense organic coffee plantation was superior to the other coffee plantations, and even superior to the native vegetation.

The evaluation of the structure indicator by the aggregates stability index presented an adequate quality conception for all of the different crops (Table 6). The changes in the crops were not enough to influence on the soil disaggregation, like it would be observed in management systems where constant practices of soil tillage would break and pulverize such aggregates (Silva Júnior et al., 2005; Ferreira, 2010).

By the Wilcoxon test it was possible to compare, in the APAUT and ASTRAL settlements, the soil quality indicator notes for the technical evaluation in relation to the empirical evaluation ones (Tables 7 and 8).

The notes averages from tables 7 and 8 only represent the different researched evaluations, because the Wilcoxon test is based on the difference between the positions for both evaluations in relation to the median.

The evaluation of the organic matter indicator, in all the crops of the APAUT and ASTRAL settlements, did not differ statistically from each other by the Wilcoxon test (Tables 7 and 8). The empirical method for the organic matter evaluation can be adopted by the farmers to assist them in the technical interpretation on this soil quality indicator.

With the exception of the pasture crops in the ASTRAL settlement, there were not any significant statistical differences between the soil cover indicator's for technical and empirical evaluations in the remaining crops (Tables 7 and 8), which can be explained by the similarities from the adopted methods.

The erosion indicator presented significant statistical differences between the technical and empirical evaluations in all the researched crops from the APAUT settlement, and only in the pasture and cassava crops from the ASTRAL settlement (Tables 7 and 8). The differences found in ASTRAL (Table 8) for the pasture and cassava crops, indicate that the erosion phenomenon needs to be observed more carefully by the farmers, due to in this initial experience the subjective method (USDA, 1999) did not reflect the evaluation done by the objective method (Lepsch, 1983).

The technical and empirical evaluations of the humidity indicator statistically differed for almost all the researched crops in APAUT and ASTRAL settlements, with the exception of the cocoa crops in location 1 in APAUT (Table 7) and the cassava crops on location 2 in ASTRAL settlement (Table 8). The empirical evaluation of the humidity indicator was used to verify two simultaneous physical phenomena, the water infiltration and retention by the soil, and this can explain the discrepancy between the technical evaluation values, which is only based on the actual soil humidity (Table 8).

The technical and empirical evaluations of the compaction indicator in APAUT settlement, significantly differed in the cocoa crops, and did not differ in the cassava and coffee crops (Table 7); in the ASTRAL settlement, there was only a significant difference between the cocoa crops on location 1 (Table 8). The differences between the subjective evaluation of the compaction quality indicator (Altieri, 2002) and the objective evaluation by the penetrometer scientific method (Stolf et al., 1983), suggest that the empirical interpretation of the compaction phenomenon should be re-discussed with the farmers.

By the Wilcoxon test no significant statistical differences were detected between the technical and empirical evaluations for the microbial indicator in the cocoa crops on locations 1 and 2 from the APAUT and ASTRAL settlements (Table 7), only differences in the cassava and coffee crops were found from the APAUT settlement (Table 7), and also pasture and

cassava from the ASTRAL settlement (Table 8). The scientific method proposed by Silva et al. (2007), to evaluate the microbial activity, did not present an acceptable association with the empirical method

proposed by Gama-Rodrigues (1997) and Sodré et al. (2000), so that adjustments in the empirical evaluation execution and interpretation are necessary or even replacement of such methods.

Table 7. Overview of the Wilcoxon test for comparison of the technical and empirical evaluations of the Ultisol quality indicators, under different crops in the APAUT settlement, Ilhéus, Bahia

Location	Crop	Evaluation	ORG	COV	ERO ⁽²⁾	HUM	COM ⁽²⁾	MIC	STR
Evaluation Notes Average (n = 5) ⁽¹⁾									
1	Cocoa	Technical	6,94 m	9,70 a	7,00 i	5,28 m	6,98 m	5,79 m	9,80 a
		Empirical	7,76 a	9,70 a	1,28 a	5,70 m	4,32 i	7,02 a	7,62 m
		p-value ^l	0,46	0,10	0,03	0,46	0,03	0,07	0,03
1	Cassava	Technical	5,86 m	4,80 i	7,00 i	5,45 m	8,04 i	8,15 a	8,29 a
		Empirical	4,62 i	6,42 m	6,68 m	4,32 i	6,54 m	3,50 i	5,92 m
		p-value ^l	0,06	0,12	0,03	0,03	0,21	0,03	0,03
2	Cocoa	Technical	8,67 a	9,00 a	4,75 i	7,93 a	6,02 m	5,85 m	9,27 a
		Empirical	6,20 m	7,84 a	1,64 a	4,88 i	4,04 a	4,92 i	7,48 a
		p-value ^l	0,10	0,14	0,04	0,04	0,04	0,22	0,04
2	Coffee	Technical	4,66 i	1,40 a	6,25 i	4,43 a	8,43 m	7,87 i	9,39 i
		Empirical	3,64 i	3,60 m	6,02 a	3,04 i	6,76 m	2,60 i	3,38 i
		p-value ^l	0,08	0,14	0,04	0,04	0,69	0,04	0,14

ORG: organic matter (sensorial evaluation, texture, odour, colour) = soil organic matter content (g kg^{-1}); COV: soil cover (%); ERO: erosion = the maximum value equivalent to the loss of O/A horizons (cm); HUM: humidity = equivalent humidity (g kg^{-1}); COM: compaction = the maximum value equivalent to the resistance to penetration of 2 MPa; MIC: microbial activity = carbon dioxide evolution ($\text{mg CO}_2 \text{kg}^{-1}$ of soil); STR: structure = Aggregates stability index (%).⁽¹⁾Farmer's evaluation average estimated in a scale with values from 0 to 10, quality conception index: a - adequate, m - average e i - inadequate; ⁽²⁾Inverse conception interpretation for the COM e ERO indicators. p-value^l: Asymptotic significance on 5% error level.

Table 8. Overview of the Wilcoxon test for comparison of the technical and empirical evaluations of the Ultisol quality indicators under different crops in the ASTRAL settlement, Maraú, Bahia

Location	Crop	Evaluation	ORG	COV	ERO ⁽²⁾	UMID	COM ⁽²⁾	MIC	STR
Evaluation notes average (n = 5) ⁽¹⁾									
1	Cocoa	Technical	7,16 a	9,80 a	4,25 a	4,51 i	7,23 i	5,79 m	9,04 a
		Empirical	4,74 i	9,34 a	1,58 a	6,42 m	4,86 a	4,84 i	5,56 m
		p-value ^l	0,08	0,27	0,04	0,04	0,04	0,22	0,04
1	Pasture	Technical	3,78 i	6,60 m	5,15 m	3,41 i	8,23 i	5,54 m	8,57 a
		Empirical	3,72 i	3,06 i	5,30 m	1,68 i	8,42 i	2,02 i	2,78 i
		p-value ^l	0,50	0,04	0,89	0,04	0,89	0,04	0,04
2	Cocoa	Technical	5,69 m	9,80 a	4,10 a	5,26 m	6,38 m	4,98 i	9,21 a
		Empirical	7,18 a	8,50 a	1,02 a	8,20 a	4,54 a	4,94 i	7,78 a
		p-value ^l	0,35	0,07	0,04	0,04	0,22	0,89	0,04
2	Cassava	Technical	6,96 m	1,40 i	5,15 m	5,47 m	6,96 m	3,61 i	9,15 a
		Empirical	5,02 m	4,10 i	5,30 m	4,58 i	7,50 i	1,68 i	5,94 m
		p-value ^l	0,14	0,07	0,69	0,22	0,42	0,04	0,04

ORG: organic matter (sensorial evaluation, texture, odour, colour) = soil organic matter content (g kg^{-1}); COV: soil cover (%); ERO: erosion = the maximum value equivalent to the loss of O/A horizons (cm); HUM: humidity = equivalent humidity (g kg^{-1}); COM: compaction = the maximum value equivalent to the resistance to penetration of 2 MPa; MIC: microbial activity = carbon dioxide evolution ($\text{mg CO}_2 \text{kg}^{-1}$ of soil); STR: structure = Aggregates stability index (%).⁽¹⁾Farmer's evaluation average estimated in a scale with values from 0 to 10, quality conception index: a - adequate, m - average e i - inadequate; ⁽²⁾Inverse conception interpretation for the COM e ERO indicators. p-value^l: Asymptotic significance on 5% error level.

Similar to the erosion indicator, the structure indicator presented significant differences in almost all the researched crops, with the exception for the coffee crops in the APAUT settlement (Tables 7 and 8). The subjective evaluation of the structure indicator comprises the perception of several physical aspects of the aggregate (clod), that could have caused it to stand apart from the empirical notes attributed to the technical evaluation (Tables 7 and 8).

The Spearman rank correlation (Lehmann, 1979) between the technical and empirical evaluations of each soil quality indicator, to the APAUT and ASTRAL settlements, can be found on Table 9. Using Spearman's correlation coefficient was found the degree of association between general data sets.

In the APAUT settlement, the correlations between the empirical and technical evaluations highlight the significant and positive differences between the indicators organic matter, soil cover and compaction. The inverse correlation between the empirical and technical evaluation of the microbial activity indicator, suggests that one of the methods needs to be revised to represent the microbial activity in the soil. The non-significant correlation coefficients suggest that the empirical and technical methods cannot be equivalent like this research proposed, or that are necessary other technical interventions for the empirical evaluation revision and calibration. In the

ASTRAL settlement there were positive and significant correlation, between the empirical and technical evaluations, to the indicators soil cover, erosion, and humidity (Table 9B). Also, the mismatch between some empirical and technical methods suggested the necessity to a more insightful empirical evaluation for the perception on the studied phenomena and /or the adoption of different technical methods to get best association between the empirical and technical methods.

It was decided to check the graphic of the distances of the means of both evaluations, through Figures 1 and 2, that show the radial charts represented by the soil quality indicators for empirical and technical evaluation, and for each local and land uses, at APAUT and ASTRAL settlements, respectively.

By the polygons, it can be observed that the APAUT settlement empirical evaluations underestimate most of the quality indicators of technical evaluations (Figure 1), however, approximation tendencies can be observed on the notes of both evaluations, for most of the indicators, especially in the cocoa and cassava crops.

Similar to the APAUT settlement empirical and technical evaluations, the polygons formed by the soil quality averages from the ASTRAL settlement show approximation tendencies between both the evaluations types, especially for the cocoa and cassava crops (Figure 2).

Table 9. Spearman correlations for the quality indicators of the technical and empirical evaluations of the Ultisol in the APAUT and ASTRAL settlements

		Technical Evaluation						
Indicators		ORG	COV	ERO	HUM	COM	MIC	STR
Empirical Evaluation	ORG	0,45*						
	COV		0,88**					
	ERO			0,31				
	HUM				0,16			
	COM					0,55*		
	MIC						-0,65**	
	STR							0,24
(B) ASTRAL								
Empirical Evaluation	ORG	0,04						
	COV		0,78**					
	ERO			0,65**				
	HUM				0,46*			
	COM					0,08		
	MIC						0,39	
	STR							0,40

ORG: organic matter; COV: soil surface; ERO: erosion; HUM: humidity; COM: compaction; MIC: microbial activity; STR: structure.

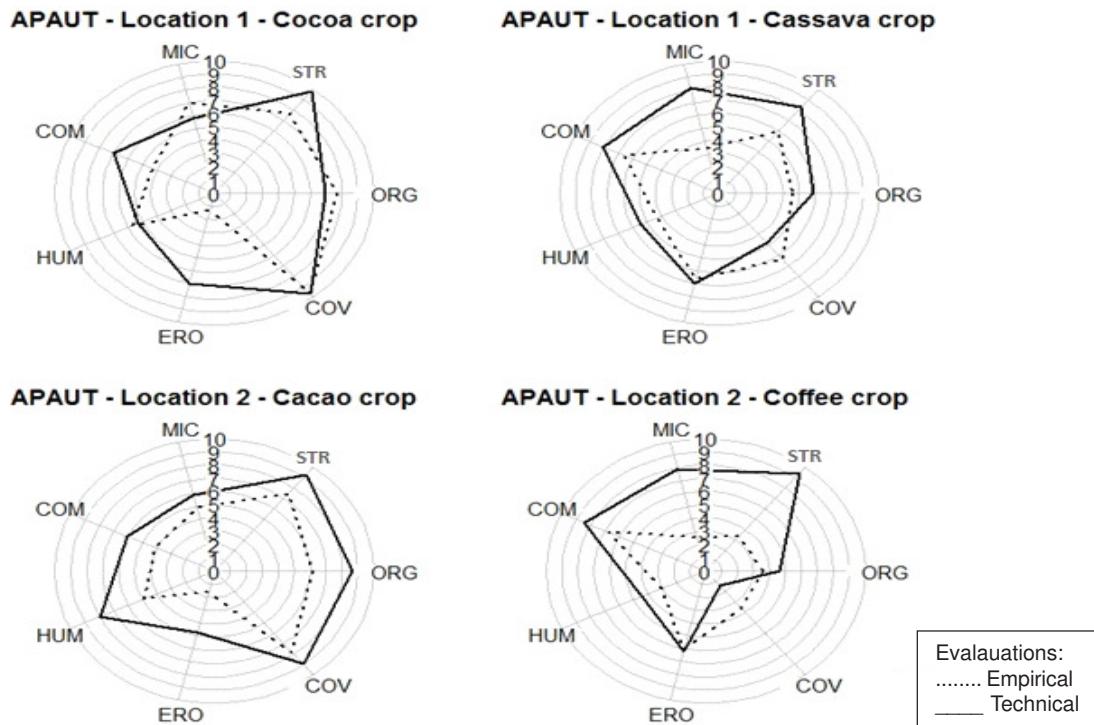


Figure 1. Radial charts of the soil quality indicators for empirical and technical evaluations at APAUT settlement. ORG: organic matter; COV: soil cover; ERO: erosion; HUM: humidity; COM: compaction; MIC: microbial activity; STR: structure.

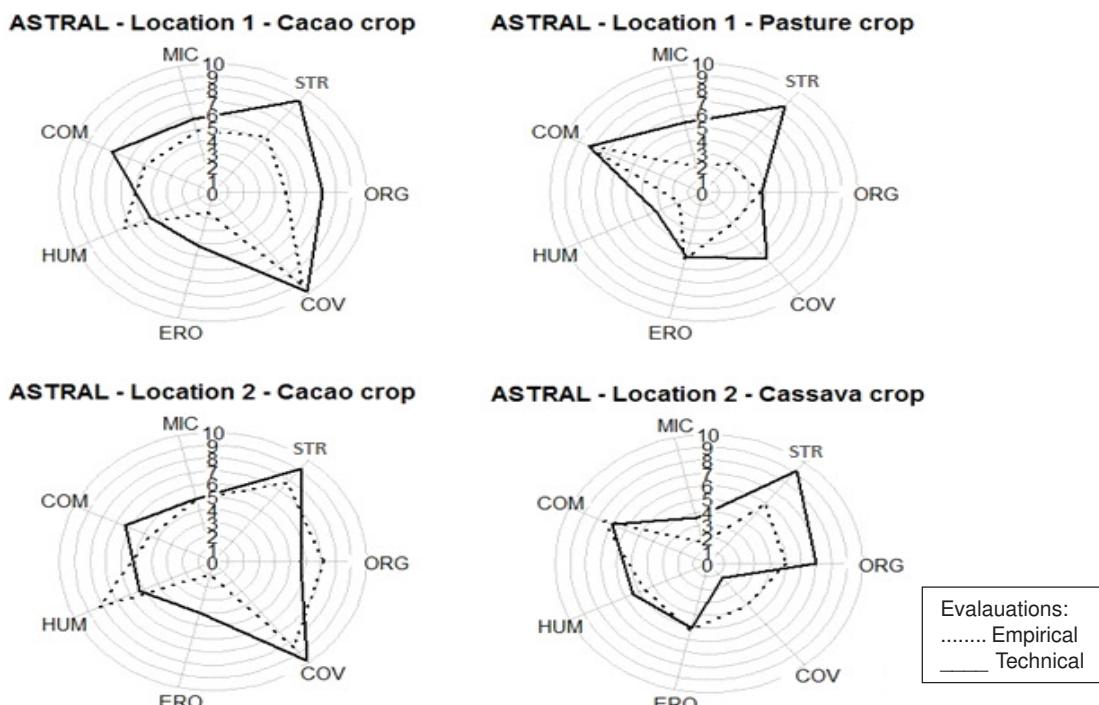


Figure 2. Radial charts of the soil quality indicators for empirical and technical evaluations at ASTRAL settlement. ORG: organic matter; COV: soil cover; ERO: erosion; HUM: humidity; COM: compaction; MIC: microbial activity; STR: structure.

As discussed on the Wilcoxon test (Tables 7 and 8) and by the Spearman rank correlations (Table 9), the empirical evaluations are submitted to the farmer's subjectivities. These farmer's first experiences with the participatory method was satisfactory from the technical interaction and responsiveness perspective in regards to the new information they acquired, but it's necessary that these empirical methods could be replicated or even replaced to adjust them into the technical diagnosis reality for the soil quality, always encouraging the farmer's autonomy and participation in the identification and search for solutions on issues related to soil management and conservation.

Conclusions

1. The farmers from the APAUT and ASTRAL settlement were capable of differentiate the crops by the empirical evaluations of soil quality indicators.

2. In general, the empirical evaluations by the farmers underestimated the technical ones, however, both evaluations followed an approximation tendency, suggesting the necessity of the empirical methods reproduction to determine what can be improved or replaced during the evaluations.

3. The soil cover and organic matter empirical evaluation methods appeared to be capable to represent the technical evaluations of these same soil quality indicators.

4. The participatory methods utilization in the APAUT and ASTRAL settlements sparked the farmer's interest to better understand and evaluate the soil quality indicators. Also, the execution of the empirical method promoted the interaction between them and the technicians in the discussions related to soil management and conservation.

Literature Cited

- ALTIERI, M. A. 2002. Agroecología: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba, MT Agropecuária. 592p.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. 2002. Un Método agroecológico rápido para la evaluación de La sostenibilidad de Cafetales. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 64: 17-24.

- ANDREWS, S. S.; KARLEN, D. L.; CAMBARDELLA, C. A. 2004. The soil management assessment framework: a quantitative soil quality evaluation method. *Soil Science Society of America Journal* 68:1945-1962.
- AQUINO, J. A.; FARIA, J. C. 2012. Vim-R-Plugin: Plugin to work with R. UFC and UESC, Fortaleza, Ceará, Brasil and Ilhéus, BA, Brasil. Available in: < http://www.vim.org/script.php?script_id=2628 > Accessed in: 5th of January 2013.
- ARAUJO, Q. R.; ARAUJO, R. K. P.; NEY, J. R. M. 2008. Indicadores de sustentabilidade para aferição da qualidade do solo e da saúde do cultivo. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº. 193.
- ARAUJO, Q. R., et al. 2013. Soil classification and carbon storage in cacao agroforestry farming systems of Bahia, Brazil. *Journal of Sustainable Forestry* 32(6): 625-647.
- ARAÚJO, E. A., et al. 2012. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias* (Brasil) 5(1): 187-206.
- BARRERA-BASSOLS, N.; ZINC, J.A. 2003. Ethnopedology: A worldwide view on the soil knowledge of local people. *Geoderma* 111:171-195.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. 1990. Conservação do solo. São Paulo, SP, Ícone.
- BRUGGEN, A. H. C.; SEMENOV, A. M. 2000. Search of biological indicators for soil health and disease suppression. *Applied Soil Ecology* 15(1): 13-24.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2011. Manual de métodos de análise de solo. 2º ed. Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS DE SOLOS. 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3º ed. Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA.
- FEIDEN, A. 2005. Agroecología: introdução e conceitos. In: Aquino, A. M.; Assis, R. L. eds.

- Agroecologia princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, DF, EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA.
- FERREIRA, M. M. 2010. Caracterização física do solo. In: Vaa Lier, Q. J., ed. Física do solo. Viçosa, MG, SBCS.
- GAMA-RODRIGUES, E. F. 1997. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo e da serapilheira de povoamento de eucalipto. Tese Doutorado. Rio de Janeiro, RJ, UFRRJ.
- GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; NAIR, P. K. R. 2011. Soil carbon sequestration in cacao agroforestry systems: A case study from Bahia, Brazil. In: Kumar, B. M.; Nair, P. K. R., eds. Carbon sequestration potential of agroforestry systems. Opportunities and challenges. Series: Advances in Agroforestry 8: 85-100.
- GLAESER, D. F., et al. 2010. Biomassa microbiana do solo sob sistemas de manejo orgânico em cultivos de café. Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde (Brasil)14(2): 103-114.
- INÁCIO, E. S., et al. 2005. Quantificação da erosão em sistema agroflorestal e pastagem na região sul da Bahia. Caatinga (Brasil) 18:238-244.
- KARLEN, D. L. V. 1997. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. *Soil Science Society America Journal* 61(1): 4-10.
- KARLEN, D. L.; DITZLER, C. A.; ANDREWS, S. S. 2003. Soil Quality: Why and How? *Geoderma* 114(3/4): 145-156.
- KARLEN, D. L.; STOTT, D. 1994. A framework for evaluating physical and chemical indicators. In: Doram, J.W. et al., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. *Soil Science Society American. Special Publication* nº 35: 53 -72.
- KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. 1986. Aggregate stability and size distribution. In: Klute, A., ed. Methods of soil analysis. Part 1. Madison, American Society of Agronomy. pp.25-442
- LEHMANN, E. L. 1976. Nonparametrics: Statistical methods based on ranks. San Francisco, Holden-Day.
- LEPSCH, I. P. 1983. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4^a aproximação. Campinas, SP, SBCS.
- MERCANTE, F. M. V., et al. 2008. Biomassa microbiana em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. *Acta Scientiarum Agronomy* 34(4): 479-485.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRCC. 1993. Soil and water quality: and agenda for agriculture. Washington, DC, National Academy Press.
- RUIZ, H. A.; FERREIRA, G. B.; PEREIRA, J. B. M. 2003. Estimativa da capacidade de campo de Latossolos e Neossolos Quartzarênicos pela determinação do equivalente de umidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 27(2):389-393.
- SILVA, E.E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. 2007. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO_2). Seropédica, RJ, EMBRAPA AGROBIOLOGIA. Comunicado Técnico, nº 99.
- SILVA JÚNIOR, A., et al. 2005. Atributos microbiológicos avaliados em cultivo de mandioca sob diferentes coberturas do solo. In: Congresso Brasileiro de Mandioca. Campo Grande, MS, EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. [CD-ROM].
- SODRÉ, G. A., et al. 2000. Características qualitativas e evolução do CO_2 da manta orgânica e dos solos sob várias coberturas vegetais no Sudeste da Bahia. In Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água,13º. Ilhéus, BA, CEPLAC; SBCS. [CD-ROM].
- SPAGNOLLO, E. 2004. Dinâmica da matéria orgânica em agroecossistemas submetidos a queima e manejos dos resíduos culturais. Tese de Doutorado. Santa Maria, RS, UFSM.
- SPOSITO, G.; ZABEL, A. 2003. The assessment of soil quality. *Geoderma* 114(3/4):143-144.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI-NETO, V. L. 1983. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf. Açúcar, Álcool & Subprodutos 1(3): 18-23.

- THOMAZINI, A.; AZEVEDO, H. C. A.; MENDONÇA, E. S. 2012. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas conservacionistas e convencionais de café no sul do Estado do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Agroecologia* 7(2): 150-159.
- UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. 2001. Soil Quality Test Kit Guide. Washington, DC, ARS/NRCS/SQI.
- VAN LIER, Q. J. 2010. Física do Solo. Viçosa, MG, SBCS.
- VEZZANI, F. M. 2001. Qualidade do sistema solo na produção agrícola. Tese Doutorado. Porto Alegre, RS. UFRGS.
- VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. 2009. Revisão de literatura: uma visão sobre qualidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 33:743-755.
- WILCOXON, F. 1945. Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin* 6: 80-83.



CONSERVATION OF THE CAECILIAN *Siphonops annulatus* (AMPHIBIA, GYMNOPOHIONA) IN BRAZILIAN CACAO PLANTATIONS: A SUCCESSFUL RELATIONSHIP BETWEEN A FOSSORIAL ANIMAL AND AN AGROSYSTEM

Carlos Jared^{1,2}, Marta Maria Antoniazzi¹, Mark Wilkinson³, Jacques H. C. Delabie^{4,5}

¹Instituto Butantan, São Paulo, Brazil; ²PPG Zoologia/UESC - Ilhéus, Bahia, Brazil. ³Department of Life Sciences, The Natural History Museum, London, UK; ⁴CEPLAC-CEPEC, Caixa Postal 7, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brazil, jacques.delabie@gmail.com; ⁵UESC- Depto. de Ciências Agrárias e Ambientais. Ilhéus, Bahia, Brazil.

Cacao plantations give an important contribution to the conservation of the Atlantic Forest biome, considered the most threatened biodiversity hotspot in South America. Due to their mainly fossorial way of life, caecilian amphibians are the least known order of terrestrial vertebrates. We present observations on the Neotropical siphonopid caecilian *Siphonops annulatus* (Mikan 1820), which is abundant in the cacao plantations of Southern Bahia. "Cabruca" is the most traditional form of cacao cultivation in this region and uses large native trees which create a fresh, shady environment with an nutrient rich, humid, leaf litter that is highly suitable for caecilians. The current abundance and easiness of observation of *S. annulatus* makes this region particularly favourable to long-term studies of the ecology of this caecilian. Local knowledge associates the occurrence of these animals with well-established and fertile cacao plantations. The preservation of *S. annulatus* in this region seems intrinsically linked to the maintenance of the cabruca. Our concern is that the possible regional reduction of cacao cultivation would lead to the loss of one of the most important open laboratories in the world in which caecilians can be studied in nature.

Key words: Neotropical Region, Siphonopid caecilian, agroforestry, cabruca, *Theobroma cacao*, Brazilian Atlantic Forest

Conservação da cobra-cega *Siphonops annulatus* (Amphibia, Gymnophiona) em cacauais do Brasil: uma relação bem sucedida entre um animal fossório e um agrossistema. Os cacauais contribuem sobremaneira para a conservação do bioma Mata Atlântica, que é considerado o “hotspot” de biodiversidade mais ameaçado da América do Sul. Devido ao seu modo de vida principalmente fossorial, os anfíbios cobras-cegas (também conhecidos como cecílias) representam a ordem menos conhecida de vertebrados terrestres. Apresentamos observações sobre a espécie neotropical *Siphonops annulatus* (Mikan 1820) que é particularmente abundante nas plantações de cacau do sul da Bahia. A “cabruca” é a mais tradicional forma de cultivo de cacau na região, utilizando grandes árvores nativas para criar um ambiente fresco, sombreado com uma serapilheira úmida e rica em matéria orgânica, ideal para manutenção das cobras-cegas. A abundância e a facilidade de observação do *S. annulatus* fazem com que esta região seja particularmente favorável aos estudos ecológicos de longo prazo sobre essa espécie. A cultura tradicional dos moradores da região cacaueira associa a ocorrência desses animais com plantações bem estabelecidas e férteis. Assim, a preservação da população local de *S. annulatus* parece intrinsecamente ligada à manutenção da cabruca. Nossa preocupação é que uma possível redução da atividade econômica do cacau ao nível regional possa levar à perda de um dos mais importantes laboratórios abertos do mundo que permite o estudo das cobras-cegas na natureza.

Palavras-chave: Região Neotropical, cecília, agrofloresta, cabruca, *Theobroma cacao*, Mata Atlântica

Introduction

Cacao plantations (*Theobroma cacao* L., Malvaceae) have made an important contribution to the conservation of the Brazilian Atlantic Forest biome (Schroth et al., 2011), considered the most threatened biodiversity hotspot in South America (Myers et al., 2000). One type of plantation, known as “cabruca”, is an agroforestry system where cacao trees are planted in the shadow of selected large native trees after elimination of the undergrowth (Cassano et al., 2009; Landau et al., 2008). Besides preserving biodiversity, the cabruca also preserves many of the original soil characteristics of the Atlantic Forest (Johns, 1999). The area occupied by cacao plantations has been the subject of many studies aimed at enhancing knowledge of the great diversity of species (many of them endemic) found within, and of the viability of their populations (Cassano et al., 2009; Pardini et al., 2009; Delabie et al., 2011).

Due to their mainly tropical distribution and primarily fossorial way of life, caecilian amphibians (Gymnophiona) are the least known order of terrestrial vertebrates (Jared et al., 1999). Their subterranean lifestyle limits opportunities for direct observation without disturbance of the animal and its environment that do not facilitate any kind of study. Hence, information concerning many aspects of caecilian biology, especially ecology and behaviour, is scarce. These superficially worm- or snake-like amphibians, many species of which are known only from type specimens, lack limbs and girdles and the little more than 200 described species (c. 3% of all amphibians) (Frost, 2015), are divided into ten families, each an ancient lineage that, according to molecular timetrees, originated in the mesozoic (Wilkinson et al., 2011; Kamei et al., 2012).

Little information exists on geographic distribution, natural history and ecology of Brazilian caecilians and salamanders (Silvano & Segalla, 2004). According to the Sociedade Brasileira de Herpetologia (2014), Brazil has 33 described species of caecilian, which represents about 16% of the global diversity. The fossorial caecilian *Siphonops annulatus* Mikan 1820, popularly known as “cobra-cega” (blind snake) or “cobra-preta” (black snake), (Figure 1) is the best known member of the Neotropical family Siphonopidae (5 genera, 26 species) and has the broadest distribution of any caecilian, both

geographically (reported or expected from every South American country except Chile), and ecologically, being reported from environments as different as rainforests and semiarid regions (Taylor, 1968).

Since 1988, frequent expeditions to Southern Bahia, Brazil, were made aiming to study the herpetofauna of the region and its relationship with the cacao plantations, specially focusing on fossorial species, with a range of observations on caecilians. With the knowledge acquired from field observations in Southern Bahia, a methodology for maintaining and breeding *S. annulatus* in captivity was established and this animal has been shown to be a good model for the study of caecilians (Junqueira et al., 1999; Jared et al., 1999). Unfortunately, along with other vertebrates of the Atlantic Rainforest, it has been facing habitat loss and reduction of populations for five centuries of deforestation. Presently, only about 7% remains of the original extent of the Atlantic Rainforest (Myers et al., 2000; Becker et al., 2007). We present hereafter a synthesis of all our observations on *S. annulatus* in cacao plantations where most of our observations on the caecilian in its natural habitat were made. The cabruca seems providing a propitious environment for maintenance and preservation of still large populations of this caecilian and constitutes a natural laboratory for the study of a caecilian species in the wild.

Materials and Methods

S. annulatus (Figure 1) was observed in the soil of cacao farms and Atlantic Rainforest remnants all in the two neighbour municipalities of Ilhéus and Itabuna. Located in the cacao producing region of the state of Bahia, Brazil, these municipalities are situated approximately between 39°00' and 39°30'W, and 14°20' and 15°00'S and Ilhéus is bordered to the east by the Atlantic Ocean (Faria Filho e Araujo, 2003). The climate is typically humid or sub humid with average annual temperatures from 21° to 25°C, maxima between 26.1°C and 30.3°C, minima from 17.1°C to 20.8°C and daily variation of no more than 10°C (Santana et al., 2003). The precipitations are regular with abundant rains throughout the year particularly during summer and winter, and, close to the coast, an annual rainfall of 2,700 mm (Faria Filho e Araujo, 2003).



Figure 1. Aspect of an adult *Siphonops annulatus* in the leaf litter of the cacao plantation immediately after having been disinterred from the soil.



Figure 2. *Siphonops annulatus* habitat: cacao plantation. (a) View from outside showing the forest-like canopy created by shade trees. (b) Cacao pods ripening within the plantation. (c) Plantation interior view showing understory and thick leaf litter.

The original vegetation of the region was perennial, broad-leaved, closed, moist forest, typical from the Atlantic Rainforest biome. It was a dense, shady forest characterized by an abundance of large trees and epiphytes with a great variety of lianas, ferns, and palms (Velloso et al., 1991). The regional traditional cultivation of the cacao tree beneath the forest canopy began as long as 250 years ago (Campos, 1981) and was developed as the cabruca system, with cacao planted beneath large native trees (Schroth et al., 2011) and forming a type of sub forest protected from direct sunlight (Figure 2a). The umbrella of the original forest canopy reproduces the ideal conditions of fructification of the cacao tree

(Figure 2b) in the warm and humid shade with a soil permanently covered by a thick layer of litter laid on fertile soils (Figure 2c).

The harvest period of cacao is especially interesting for cecilian observations and for that reason we focus on it. There are at least ten pod harvests in a cacao area per year, due to the long period of flowering of the trees (>9 months) (Dias, 2001). Soon after the harvest, while still inside the plantation, the pods are broken and the seeds removed. The emptied pods are discharged in piles accumulated in mounds in the plantation itself, regionally known as “casqueiros” (Figure 3a), where they rapidly decompose.

The data presented here were obtained in several expeditions (twice a year, generally), between 1988 and 2009, in January and February (Austral summer) and July and August (Austral winter). During our expeditions, adult and young specimens were collected using shovels to dig the soil, turning falling vegetation or revolving other sites rich in organic matter.

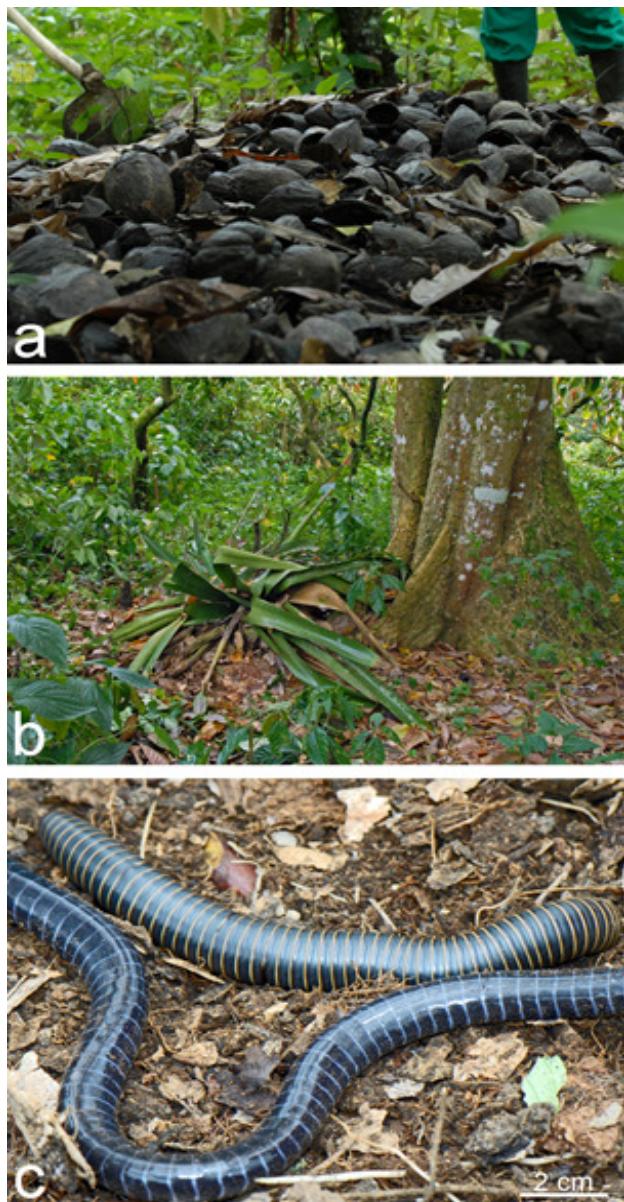


Figure 3. Favorable habitats where *Siphonops annulatus* are found. (a) "Casqueiro", a pile of decomposing cacao pods. (b) A fallen epiphytic bromeliad, common in the cacao plantations, under which a generous amount of decomposing organic material is formed. (c) Possible mimicry between *Siphonops annulatus* (below) and the Diplopoda *Rhinocricus* sp. (above) in the cacao plantations.

Results

From all animals collected, 41 specimens obtained from cabrucas of southern Bahia were measured aiming to obtain their average weight [$64.4 \text{ g} \pm 3.0 \text{ (SE)}$] and length [$37.1 \text{ cm} \pm 0.1 \text{ (SE)}$].

The organically rich "casqueiros" provide suitable shelter for mainly invertebrates, but also small mammals, reptiles and amphibians, such as *Siphonops annulatus*. Additionally, *S. annulatus* can be found near the roots of the large shade trees such as eritrina (*Erythrina* spp.) and gameleira (*Ficus subtriplinervia* Mart.), which also provide an extremely humid and nutrient rich environment of accumulated humus. Another place preferred by *S. annulatus* is beneath large epiphytic bromeliads, mainly *Aechmea lingulata* L. that, having grown too heavy to be supported by their host tree's branches, have fallen to the ground. The microhabitat generated below the fallen bromeliad (Figure 3b) is rich in decomposing organic material and has a diverse and abundant fauna of invertebrates and, along with *S. annulatus*, the amphisbaenian *Leposternon infraorbitale* Berthold 1859 and the snake *Typhlops brongersmianus* Vanzolini 1972 are common.

During July and August when there are prolonged and heavy rains, it is possible to find *S. annulatus* and *Leposternum infraorbitale* crawling on the surface. Rarely, we have also seen *S. annulatus* swimming maintaining its head above the surface in the canals that run through the cacao plantations. We have never found this caecilian in very sandy or rocky grounds. Although found most commonly in sheltered old cacao plantations, they can also sometimes be found in the unsheltered edges of the plantations and adjacent grassland. *Siphonops annulatus* can also be found under piles of cut grass in the fields.

In nature, *S. annulatus* constructs permanent tunnel systems that are sometimes visible during excavations and are characterized by smooth and shiny walls. The shine is presumably the result of the abundant cutaneous secretions that are mainly noticed when the animal is manipulated. These secretions can cause irritation to humans if it makes contact with any open cuts, abrasions or mucous membranes. In addition, their smell may induce sneezing in some individuals. Nonetheless, *S. annulatus* are generally inoffensive, very rarely bite and mostly can be handled with impunity either in the field or in the laboratory.

S. annulatus and the millipede *Rhinocricus* sp. (Diplopoda, Spirobolida, Rhinocricidae), known locally as "gongo", are syntopic and, inside the cacao plantation, share the same microhabitats. They are easily found in casqueiros or other sites rich in organic

matter. Both animals are similar in dimensions, colour and have the body marked by numerous whitish annuli. Hence, during excavations for collecting, they are easily confused with one another (Figure 3c).

Discussion

The cabruca is a form of cacao cultivation that is considered very favourable to the preservation of the environment (Schroth et al., 2011) and there is a widespread idea among the people from the cacao region of southern Bahia that the cacao plantations and the forest cannot be separated. The leaves continuously falling on the ground inside the plantation are never removed keeping the soil permanently wet. With decomposition, a thick protective layer is formed covering the ground and limiting the evaporation of rainfall. This environment, rich in organic matter, is structurally similar to that of the original Atlantic Rainforest (Johns, 1999; Schroth et al., 2013) presumably the natural habitat of *S. annulatus*, and seems well suited to supporting the continued existence of this caecilian. In some plantations, it seems that the leaf litter formed from cacao trees is more substantial, continuous and thicker than in some forest areas. Thus, among animals, a range of fossorial species can have taken advantage of the transformation of the original forest into cabruca.

Perhaps more so than in many other areas in which it occurs, *S. annulatus* are especially popularly well known in southern Bahia. Although they ignore the biological and systematic characteristics of caecilians, many people living in the rural zone can cite, with considerable precision, the habits of “cobra-preta”, as *S. annulatus* is known in the region. Commonly, we have found that farm workers associate the occurrence of these animals with humid grounds, rich in organic matter, such that they are popularly associated with soil fertility and considered to be indicative of well-established and productive cacao plantations. Unfortunately there are no data on population density of *S. annulatus* or of the effect of these animals on the fertility of cacao plantation soils, but this relationship certainly deserves further research.

Despite the intensity of human intervention in the Atlantic Rainforest, cacao plantations seem to provide an excellent sanctuary for *S. annulatus* and the future survival of this species in southern Bahia may be

heavily dependent on the persistence of this kind of agriculture, which, however, seems increasingly uncertain due to the low productivity and profitability of cacao production in this traditional system, especially since the introduction and spread of the pathogenic basidiomycete fungus *Moniliophthora perniciosa*, the agent of the “witches’ broom” disease, in the 1980’s. We note that cacao plantations also provide seemingly good environments for a variety of other caecilians in other places also. For example, the dermophiid *Schistometopum thomense* and the indotyphlid *Hypogeophis rostratus* are abundant in cacao plantations in São Tomé and Príncipe (Africa) and the Seychelles Islands (Indian Ocean) respectively (R. A. Nussbaum pers. comm.). Interestingly, we have observed a species of the siphonopid genus *Microcaecilia* to be common in cupuaçu plantations (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum., Malvaceae), in the southwest of the Brazilian state of Pará (Wilkinson et al., 2015).

Despite the present concern about global amphibian declines (Young et al., 2004), caecilians are rarely included in faunal surveys contributing to the general lack of knowledge of their biology (Jared et al., 1999) and of their distributions and abundance (Gower & Wilkinson, 2005) that hinders the establishment of a conservation strategy for them. Globally the amphibian diversity decline is due to habitat destruction, mainly through vegetation devastation and pollution (Pillai & Ravichandran, 1999) and urbanization (Maneyro & Langone, 2001). However the lack of systematic inventories prevents any conclusions of a speculative but possible caecilian decline. We notice yet that current abundance and ease of capture of *S. annulatus* makes south of Bahia a well-suited region to long-term study of the ecology of this caecilian, including its role in the agricultural environment. We fear that transformation of cabruca into other types of cacao plantations, pastures or any other form of agriculture that does not preserve forest-like canopy, soils and shaded dense leaf litter, is the greatest threat to this species in particular and to the amphibian fauna more generally.

Acknowledgements

This paper was made possible only with the initial help of colleagues of the Universidade Estadual de

Santa Cruz (UESC) and Centro de Pesquisas do Cacau (CEPLAC-CEPEC), namely Antonio Jorge Suzart Argôlo, Paulo dos Santos Terra, and the late Max de Menezes. Special thanks are due to the late José Abade and Luiz Ferreira dos Santos. We finally acknowledge Ricardo Pinto da Rocha (IB-USP) for the Diplopoda identification, Gabriela Bittencourt, Goetz Schröth and Lyle Drake for comments and suggestions, Simone G.S. Jared and Beatriz Maurício for their laboratory assistance. CJ, JHCD and MMA acknowledge their research grants from CNPq.

Literature Cited

- BECKER, C. G., et al. 2007. Habitat split and the global decline of amphibians. *Science* 318:1775-1777.
- CAMPOS, S. 1981. Crônicas da Capitania de São Jorge dos Ilhéus (Primeira Edição: 1936). Rio de Janeiro, RJ, Conselho Federal de Cultura. 536p.
- CASSANO, C. R., et al. 2009. Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 18:577-603.
- DELABIE, J. H. C., et al. 2011. Paisagem cacauícola no sudeste da Bahia: desafios e oportunidades para a conservação da diversidade animal no Século XXI. *Agrotrópica (Brasil)* 23: 107-114.
- DIAS, L.A.S. 2001. Melhoramento genético do cacauícola. Viçosa, MG, Editora Funape. 578p.
- FARIA FILHO, A. F.; ARAUJO, Q. R. 2003. Zoneamento do meio físico do Município de Ilhéus, Bahia, Brasil, utilizando a técnica de geoprocessamento. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 187.
- FROST, D. R. 2014. Amphibian Species of the World: an online reference. Version 6.0 (02/27/2015). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. New York, American Museum of Natural History.
- GOWER, D. J.; WILKINSON, M. 2005. Conservation biology of caecilian amphibians. *Conservation Biology* 19: 45-55.
- HIMSTEDT, W. 1996. Die Blindwühlen. Westarp Wissenschaften, Magdeburg. 160p.
- JARED, C., NAVAS, C. A.; TOLEDO, R. C. 1999. An appreciation of the physiology and morphology and physiology of caecilians (Amphibia: Gymnophiona). *Comparative Biochemistry and Physiology* 123:313-328.
- JOHNS, N.D. 1999. Conservation in Brazil's chocolate forest: the unlike persistence of the traditional cacao agroecosystem. *Environmental Management* 23:31-47.
- JUNQUEIRA, L. C. U., JARED, C.; ANTONIAZZI, M. M. 1999. Structure of the caecilian *Siphonops annulatus* (Amphibia, Gymnophiona): general aspect of the body, disposition of the organs and structure of the mouth, oesophagus and stomach. *Acta Zoologica Fennica* 80:75-84.
- KAMEI, R. G., et al. 2012. Discovery of a new family of amphibians from northeast India with ancient links to Africa. *Proceedings of the Royal Society B.*, 279:2396-2401.
- LANDAU, E. C., HIRSCH, A.; MUSINSKY, J. 2008. Vegetation cover and land use in the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil, based on satellite imagery: a comparison among municipalities. In: Thomas, W.W.; Britton, E.G., eds. *The Atlantic Coastal Forest of the Northeastern Brazil*. New York, The New York Botanical Garden Press. pp. 221-244.
- MANEYRO, R.; LANGONE J. A. 2001. Categorización de los anfibios del Uruguay. *Cuadernos de Herpetología* 15:107-118.
- MYERS, N., et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- PARDINI, R., et al. 2009. The challenge of maintaining Atlantic forest biodiversity: A multi-taxa conservation assessment of specialist and generalist species in an agro-forestry mosaic in southern Bahia. *Biological Conservation* 142:1178-1190.
- PILLAI, R. S.; RAVICHANDRAN, M. S. 1999. Gymnophiona (Amphibia) of India. A taxonomic study. *Records Zoological Survey India Occasional Papers* 72:1-117.
- SANTANA, S. O., et al. 2003. Zoneamento agroecológico do Município de Ilhéus, Bahia, Brasil. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 186.
- SCHROTH, G., et al. 2011. Conservation in tropical landscape mosaics: the case of the cacao landscape of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 20:1335-1354.
- SCHROTH, G., et al. 2013. Contribution of agroforestry to landscape carbon storage. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 20:1175-1190.
- SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V. 2004. Conservation of Brazilian amphibians. *Conservation Biology* 19: 653-658.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE HERPETOLOGIA. 2014. List of amphibians of Brazil. <http://www.sbsherpetologia.org.br/index.php/anfibios>. Accessed 02/27/2015.
- TAYLOR, E. H. 1968. The caecilians of the world. A taxonomic review. Lawrence, University of Kansas Press.
- VELLOSO, H. P., RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um Sistema Universal. Rio de Janeiro, RJ, IBGE. 124p.
- WILKINSON, M., et al. 2011. A nine-family classification of caecilians (Amphibia: Gymnophiona). *Zootaxa* 2874:41-64.
- WILKINSON, M.; ANTONIAZZI, M. M.; JARED, C. 2015. A new species of *Microcaecilia* Taylor, 1968 (Amphibia: Gymnophiona: Siphonopidae) from Amazonian Brazil. *Zootaxa* 3905:425-431.
- YOUNG, B. E., et al. 2004. Disappearing Jewels: the Status of new world Amphibians. Arlington, Virginia, Nature Serve. 58p.



ASCOMICETOS FOLIÍCOLAS COLETADOS ALEATORIAMENTE NO DOSSEL DE ÁRVORES DA MATA ATLÂNTICA NO SUL DA BAHIA*

Nelson Brasil de Carvalho¹, José Luiz Bezerra^{1,2,4}, Edna Dora Martins Newman Luz^{1,2}, Marcos Vinicius Oliveira dos Santos³

¹UESC, Rod. Ilhéus-Itabuna, km 16, 45662-000, Ilhéus, Bahia, Brasil. nelsonbrasil2007@ig.com.br; ²CEPLAC/Centro de Pesquisas do Cacau, Rod. Ilhéus-Itabuna, Km 22, 45660-970, Ilhéus, Bahia, Brasil. ednadora@yahoo.com.br, joseluizbezerra@ceplac.gov.br; ³UFPE/Depto. de Micologia, Av. Prof. Nelson Chaves, s/n, 50670-420, Recife, Pernambuco, Brasil. marcosvos@ymail.com; ⁴UFRB, Av. Alberto Passos, 294, Cruz das Almas, Bahia, Brasil, 44380-000.

*Parte da dissertação do primeiro autor - Mestrado em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz.

Nos remanescentes da Mata Atlântica no Sul da Bahia, encontram-se algumas Unidades de Conservação importantes para preservação da fauna e flora deste bioma. Estudos revelam impactos ambientais causados pelo desmatamento e apontam para um grande número de espécies em extinção, porém ainda não se tem ideia da perda da diversidade dos microfungos. A micobiofauna presente no dossel das árvores da Mata Atlântica tem sido ignorada, devido à dificuldade de coleta nesse micro habitat, situado a mais de dez metros do solo. Com o objetivo de identificar e classificar espécies de ascomicetos neste habitat foram coletadas folhas aleatoriamente no dossel de essências florestais no período de novembro de 2012 a agosto de 2013 nas reservas: Parque Estadual da Serra do Conduru, Reserva Particular do Patrimônio Natural (Capitão), Parque Municipal Boa Esperança e Reserva Biológica de Una, localizadas nos municípios de Uruçuca, Itacaré, Ilhéus e Una, respectivamente. Os materiais coletados foram encaminhados ao laboratório de Diversidade de Fungos, localizado no CEPEC/CEPLAC para caracterização morfológica e identificação dos espécimes encontrados. Foram identificadas espécies dos gêneros: *Asterina*, *Lembosiellina*, *Trebiomyces*, *Stomiopeltis*, *Batistinula*, *Meliola*, *Plochmopeltis* e *Spiropes*. *Lembosiellina pernambucensis* e *Trebiomyces citri* são novos registros para as espécies *Tachigali multijuga* e *Pera glabrata*.

Palavras-chave: taxonomia, Ascomycota, unidades de conservação, micota brasileira, micodiversidade.

Foliicolous ascomycetes randomly collected on trees canopies of southern Bahia rainforest. In the remnants of the Atlantic Forest in Southern Bahia, there are some Conservation Units of great importance to the preservation of fauna and flora of this biome. Studies reveal the main environmental impacts caused by deforestation and point to a number of endangered species, but the impact on the microfungi diversity is not known. Due to the difficulties of collecting leaves at more than 10m above ground level, this fungal habitat has been ignored. Aiming to identify and classify species of ascomycetes in this habitat, leaves were randomly collected within the canopy of forest trees from November 2012 to August 2013 in the following reserves: Serra do Conduru State Park, Capitão Reserve, Boa Esperança Reserve and Una Biological Reserve, located in the municipalities of Uruçuca, Itacaré, Ilhéus and Una, respectively. The materials collected were taken to the Fungal Diversity Laboratory, located in the Cacao Research Center/CEPLAC for morphological characterization and identification of the specimens through microscopic analysis. Species of genera *Asterina*, *Lembosiellina*, *Trebiomyces*, *Stomiopeltis*, *Batistinula*, *Meliola*, *Plochmopeltis* and *Spiropes* were identified. *Lembosiellina pernambucensis* and *Trebiomyces citri* are new reports on the plant species *Tachigali multijuga* and *Pera glabrata*.

Key words: taxonomy, Ascomycota, protected areas, Brazilian mycota, mycodiversity.

Introdução

A respeito dos fungos descritos no Brasil, Maia e Carvalho Júnior (2010) reportaram 78 ordens, 924 gêneros e 3.608 espécies de fungos, correspondendo a apenas 3,7% de todas as espécies descritas mundialmente. Esse número está muito aquém dos 14% estimados por Lewinsohn et al. (2006). Ainda segundo Maia e Carvalho Junior (2010), no Brasil, a Região Nordeste é a que possui maior número de espécies descritas (1749), seguida pela Região Sudeste com 1411. Entre os Estados, São Paulo aparece em primeiro lugar com 1161 e Pernambuco em segundo com 937. O bioma Mata Atlântica predomina com 1664 espécies de fungos, seguido pela Caatinga com 734.

No Brasil, os trabalhos mais relevantes sobre os Ascomycota são os realizados por Batista e colaboradores, que descreveram principalmente espécies folícolas (Silva e Minter, 1995); por Dianese et al. (1997) e Pfenning (1996, 1997) que estudaram os fungos sobre espécies do Cerrado.

O estudo da micota brasileira contou com a contribuição de micologistas europeus conforme relatam Rodrigues-Heerklotz e Pfenning (1999), mas a contribuição dos micologistas latino-americanos tem sido ignorada (Bezerra, 2003). Os trabalhos realizados por Batista e colaboradores, no Nordeste, foram de grande importância segundo a avaliação de Maia et al. (1996). A falta de tradição na pesquisa micológica no Brasil tem ocasionado a escassez de especialistas em fungos e atrasado o conhecimento da biodiversidade existente na Mata Atlântica e outros biomas brasileiros. Por este motivo, a literatura micológica está mais concentrada nos estados onde no passado houve mais presença de micologistas, como no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Pernambuco. Nos demais Estados, praticamente, não há registros ou inventários. No Nordeste do Brasil, além dos trabalhos realizados por Batista e colaboradores, há registros de fungos na Bahia, onde trabalhou Camille Torrend, micólogo e sacerdote português (1875 -1961) e Paraíba, onde Batista também coletava (Silva e Minter, 1995; Maia et al., 1996, 2002; Góes-Neto, 1999; Góes-Neto et al., 2000, 2003; Baseia et al., 2003a,b; Gibertoni e Cavalcanti, 2000; Gibertoni et al., 2003).

Este trabalho teve o objetivo de identificar e classificar espécies de ascomicetos presentes no dossel

de essências florestais em diferentes Unidades de Conservação da Mata Atlântica no Sul da Bahia.

Material e Métodos

As coletas foram realizadas em novembro de 2012 no Parque Estadual Serra do Conduru, município de Uruçuca-BA, no mês de abril de 2013, na Reserva Particular do Patrimônio Natural Capitão, município de Itacaré-BA, em julho de 2013, no Parque Municipal Boa Esperança em Ilhéus-BA e em agosto de 2013, na Reserva Biológica de Una, no município de Una-BA. Foram coletadas folhas no alto das copas de essências florestais aleatoriamente. Utilizou-se no processo de coleta, equipamentos de escalada, equipamentos de proteção individual, além de podão com dez metros, tesouras de poda, sacos de papel, sacolas plásticas, jornal, pranchas, pincel piloto e máquina fotográfica. As espécies vegetais foram preliminarmente identificadas por especialista, sendo as amostras de folhas acondicionadas e registradas nos sacos e sacolas. Em seguida, foram encaminhadas ao laboratório de Diversidade de Fungos do CEPEC/CEPLAC, Ilhéus-BA.

As folhas foram selecionadas, prensadas e colocadas em secador de plantas com ventilação natural, e submetidas a uma temperatura aproximada de 50 °C, por um período de 72 h. Em seguida o material que apresentava colônias viáveis para o estudo foi retirado das prensas e colocado em um freezer a uma temperatura média de - 20°C por um período de 24 h com o objetivo de eliminar ovos, larvas e insetos adultos. Após a identificação, os espécimes foram transformados em exsicatas definitivas e incorporados à coleção micológica do CEPEC (CEPEC-FUNGI Coleção micológica do CEPEC).

As folhas foram analisadas em lupa com o objetivo de observar as colônias de fungos desenvolvidas sobre as mesmas. As estruturas dos fungos foram retiradas com agulha histológica (raspagem) ou por meio de fita adesiva transparente e esmalte incolor. Cortes manuais transversais foram feitos com lâminas de barbear. O material foi colocado entre lâmina e lamínula corando-se com lactoglicerina + azul de algodão, lactofucsina ácida. Também foram feitas montagens em ácido lático, KOH 3%, água ou PVLG (álcool polivinílico + lactoglicerol) (Trappe & Schenck, 1982).

Ao microscópio ótico foram analisadas e mensuradas as estruturas de valor taxonômico como ascomas, ascos, ascósporos, micélio, hifopódios e apressários. As características morfológicas foram descritas, ilustradas e fotografadas. A identificação foi feita utilizando-se a literatura pertinente a cada grupo.

Resultados

Os estudos foram realizados em folhas de 23 espécies arbóreas coletadas nas principais Unidades de Conservação da região Sul da Bahia (Tabela 1). Em apenas cinco espécies de plantas hospedeiras foram encontrados os fungos relacionados a seguir, pertencentes a cinco famílias, oito gêneros e cinco espécies (Tabela 2).

Lembosiellina pernambucensis Batista & Maia.

Atas do Instituto de Micologia da Universidade de Recife, Vol I. p. 324, 1960, (Figura 1 A-B, 3 F).

Tabela 1. Espécies vegetais coletadas em Unidades de Conservação da Região Sul da Bahia

Espécie	Família	Local	Nome Vulgar
<i>Pradosia lactescens</i>	Sapotaceae	PESC	Jacarandá da Bahia
<i>Byrsinima stipulacea</i>	Malpighiaceae	PESC	Murici
<i>Tetragastria catuaba</i>	Burseraceae	PESC	Amescla
<i>Eschweilera ovata</i>	Lecythidaceae	PESC	Biriba
<i>Bauhinia angulosa</i>	Fabaceae	CAPITÃO	Escada de Macaco
<i>Sloanea obtusifolia</i>	Elaeocarpaceae	CAPITÃO	Gindiba
<i>Macrolobium latifolium</i>	Casalpiniaceae	CAPITÃO	Óleo de Comumbá
<i>Protium heptaphyllum</i>	Burseraceae	CAPITÃO	Amescla
<i>Zolernia</i> sp.	Fabaceae	CAPITÃO	Olho de Boi
<i>Tachigali multijuga</i> *	Fabaceae	CAPITÃO	Ingá Açu gigante
<i>Inga capitata</i> *	Fabaceae	CAPITÃO	Ingá
<i>Himatanthus lancifolius</i>	Apocynaceae	CAPITÃO	Janaúba
<i>Faramea</i> sp.	Rubiaceae	CAPITÃO	Pimenteira
<i>Amanoa guaiianensis</i>	Euphorbiaceae	PMBE	Coco-Danta
<i>Helicostylis tomentosa</i>	Moraceae	PMBE	Amora Vermelha
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	Malvaceae	PMBE	Imbiruçú
<i>Pouteria venosa</i>	Sapotaceae	PMBE	Bapeba Branca
<i>Cecropia hololeuca</i>	Moraceae	PMBE	Embaúba
<i>Protium heptaphyllum</i> *	Burseraceae	PMBE	Embaúba
<i>Colophyllum brasiliensis</i>	Clusiaceae	PMBE	Guanandi
<i>Myrcia splendens</i>	Myrtaceae	PMBE	Guamirim
<i>Pera glabatra</i>	Euhorbiaceae	REBIO	Sapateiro
* <i>Inga thibaudiana</i> *	Fabaceae	REBIO	Ingá Açu

*Hospedeiros que se apresentavam colonizados por fungos.

Sinonímia: *Lembosia morototoni* Petrak & Cif., sobre folhas de *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne e Planch. (Araliaceae).

Material examinado: BRASIL. Bahia: RPPN Capitão, Itacaré, sobre folhas no alto da copa de Ingá açu gigante (*Tachigali multijuga* Benth.), abril/2013, Carvalho N. B. (CEPEC-FUNGI Coleção micológica do CEPEC nº 2429)

Diagnose: Ascomas lineares 280 - 450 x 120 - 150 µm, negros, não setosos, abrindo-se em fenda longitudinal e parede superior com células indistintas e bordos franjados. Ascósporos hialinos, 37 - 43 x 16 - 18 µm, bitunicados, ovoides, sésseis a curamente pedicelados, com 8 esporos, 14,5 - 16 x 6,0 - 6,5 µm. Parafisóides filiformes, ramificadas e septadas. Ascósporos hialinos, elipsoides ou clavados, 1-septados, constrictos, não caudados.

Comentários: Características correspondentes à descrição de Batista e Maia (1960): Colônias epífilas negras, micélio superficial marrom, hifopódios laterais contínuos, nodulares e lisos, haustórios hialinos a levemente corados.

Tabela 2. Fungos associados ao dossel de espécies arbóreas em Unidades de Conservação da Mata Atlântica no sul da Bahia

Hospedeiro	Fungo(s)	Local de Coleta	Período
<i>Tachigali multijuga</i> (Fabaceae)	<i>Lembosiellina pernambucensis</i> ; <i>Asterina</i> sp.	RPPN Capitão, Itacaré-BA; PESC, Uruçuca-BA	Abr/2013 Nov/2012
<i>Inga capitata</i> (Fabaceae)	<i>Meliola</i> sp.; <i>Batistinula</i> cf. <i>gallesiae</i> ; <i>Stomiopeltis</i> sp.	RPPN Capitão, Itacaré-BA	Abr/2013
<i>Protium heptaphyllum</i> (Burseraceae)	<i>Meliola</i> aff. <i>koae</i> ; <i>Spiropes dorycarpus</i>	Parque Municipal Boa Esperança, Ilhéus-BA	Jul/ 2013
<i>Pera glabrata</i> (Euphorbiaceae)	<i>Treubiomycetes citri</i>	Reserva Biológica de Una, Una-BA	Ago/2013
<i>Inga thibaudiana</i> (Fabaceae)	<i>Plochmopeltis</i> sp.	Reserva Biológica de Una, Una-BA	Ago/2013

Asterina sp. (Figura 1 C-D, Figura 3 E).

Material examinado: BRASIL. Bahia: Parque Estadual Serra do Conduru, Uruçuca, sobre folhas no alto da copa de Ingá açu gigante (*Tachigali multijuga* Benth.), Novembro/2012, Bezerra J. L. e Carvalho N. B. (CEPEC-FUNGI Coleção micológica do CEPEC nº 2421).

Diagnose: Micélio superficial com apressários (hifopódios) laterais; ascomas do tipo tiriotécio, 200 - 225 µm, com parede superior radiada; ascos, 65,0 - 87,5 x 50,0 - 60,0 µm, globosos, bitunicados; e ascósporos 35,0 - 42,0 x 15,0 x 17,5 µm, castanhos, bicelulares.

Comentários: O material estudado difere de todas as espécies conhecidas no gênero *Asterina* pela morfologia e dimensão dos ascósporos, ascos e ascomas.

Meliola sp. (Figura 1 E-F)

Material examinado: BRASIL. Bahia: RPPN Capitão, Itacaré, sobre folhas de Ingá (*Inga capitata* Desv.), Fabaceae, Abril/2013, Bezerra J. L. e Carvalho N. B. (CEPEC-FUNGI Coleção micológica do CEPEC nº 2422).

Diagnose: Ascomas do tipo peritécio, 350 µm de diâmetro; ascos bispóricos, evanescentes; ascósporos, 47,5 - 52,5 x 20,0 - 22,5 µm, escuros com 4 septos; micélio hifopodiado e com setas denteadas, 470 - 700 x 12,5 - 15,0 µm; hifopódios capitados, 15,0 - 17,5 x 75,0 - 10,0 µm; espermogônios mucronados.

Comentários: A espécie não se enquadrou em

nenhuma das *Meliola* spp. descritas em Fabaceae. Trata-se de uma possível nova espécie, mas, são necessárias novas coletas para completar a identificação.

Batistinula cf. *gallesiae* Arx. Publicação nº 287, Instituto de Micologia, P. 1-27, 1960. (Figura 2 A-B).

Material examinado: BRASIL. Bahia: RPPN Capitão, Itacaré, sobre folhas no alto da copa de Ingá (*Inga capitata* Desv.), Fabaceae, abril/2013, Bezerra J. L. e Carvalho N. B. (CEPEC-FUNGI Coleção micológica do CEPEC N° 2423).

Diagnose: Ascomas do tipo tiriotécio, 170,0 - 200,0 µm; ascósporos, 35,0 - 40,0 x 10,0 - 12,5 µm, trisseptados e conídios miceliais do tipo estaurosporos.

Comentários: A espécie estudada apresenta morfologia e dimensões das hifas, hifopódios, ascomas e ascósporos semelhantes a *Batistinula gallesiae*. Este é o primeiro registro de *B. gallesiae* em *Inga capitata*. Material coletado escasso.

Meliola aff. *koae* Stev., C.G. Hansford Beihalte Zur Sydowiana 2º p. 265, 1961. (Figura 2 C-D).

Material examinado: BRASIL. Bahia: Parque Municipal Boa Esperança, Ilhéus, sobre folhas no alto da copa de Embaúba (*Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Burseraceae), julho/2013, Bezerra J. L. e Carvalho N. B. (CEPEC-FUNGI Coleção micológica do CEPEC N° 2424).

Diagnose: Ascomas do tipo peritécio, 240 - 260 µm de diâmetro; ascósporos, 42,5 x 50,0 x 12,5 - 17,5

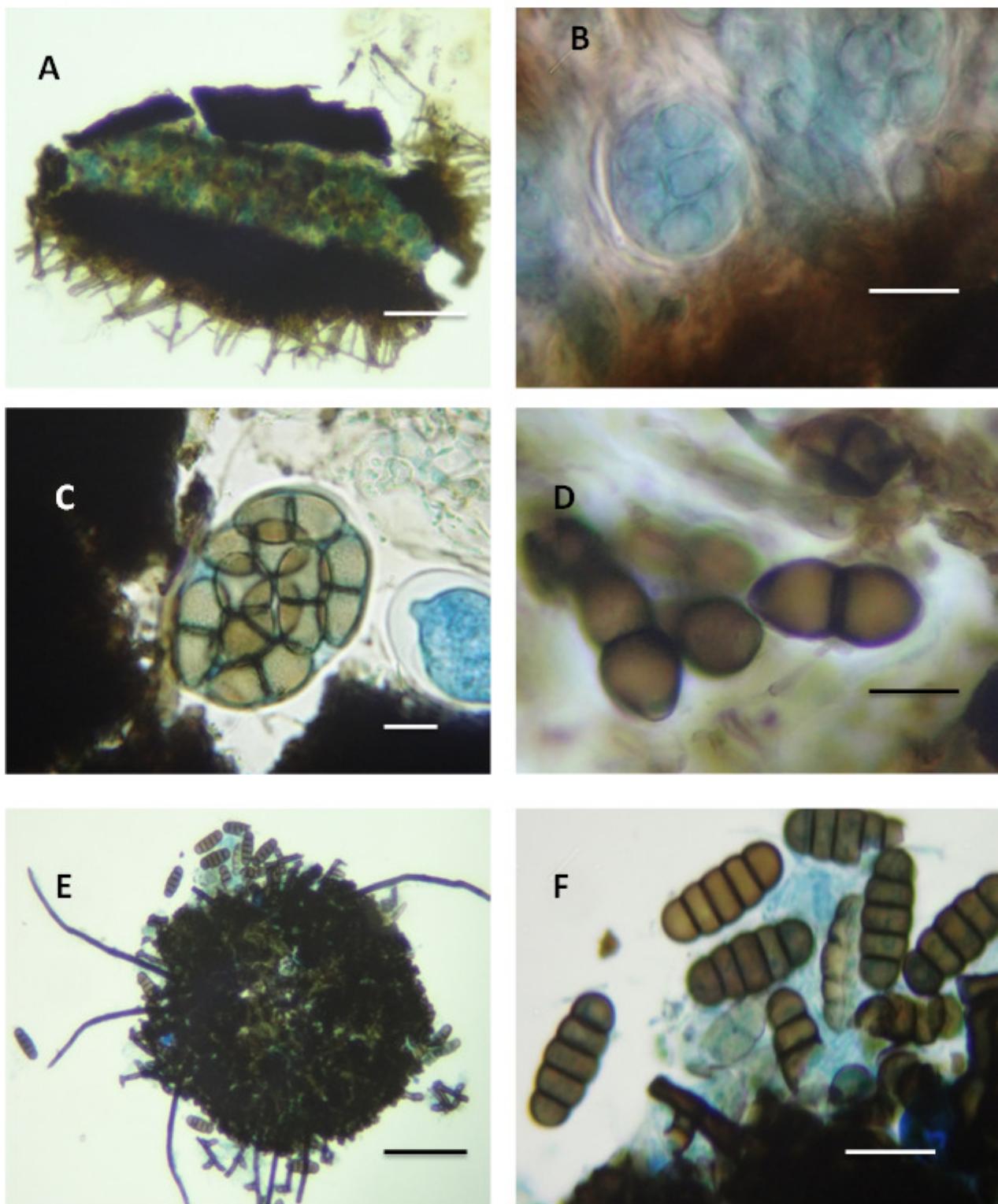


Figura 1 . (A-B) *Lembosiellina pernambucensis* em *Tachigali multijuga*. A - Ascoma linear com ascos no seu interior (Barra = 9 μ m). B - Ascospores imaturos (Barra = 12 μ m). (C-D) *Asterina* sp. em *Tachigali multijuga*. C - Ascospores bitunicados com 8 ascósporos, 1 - septados, marrons (Barra = 15 μ m). D - Detalhe dos ascósporos (Barra = 12 μ m). (E-F) - *Meliola* sp. em *Inga capitata* . E - Peritécios esmagados, setas e hifas (Barra = 90 μ m). F - Ascospores 4 - septados, marrons (Barra = 25 μ m).

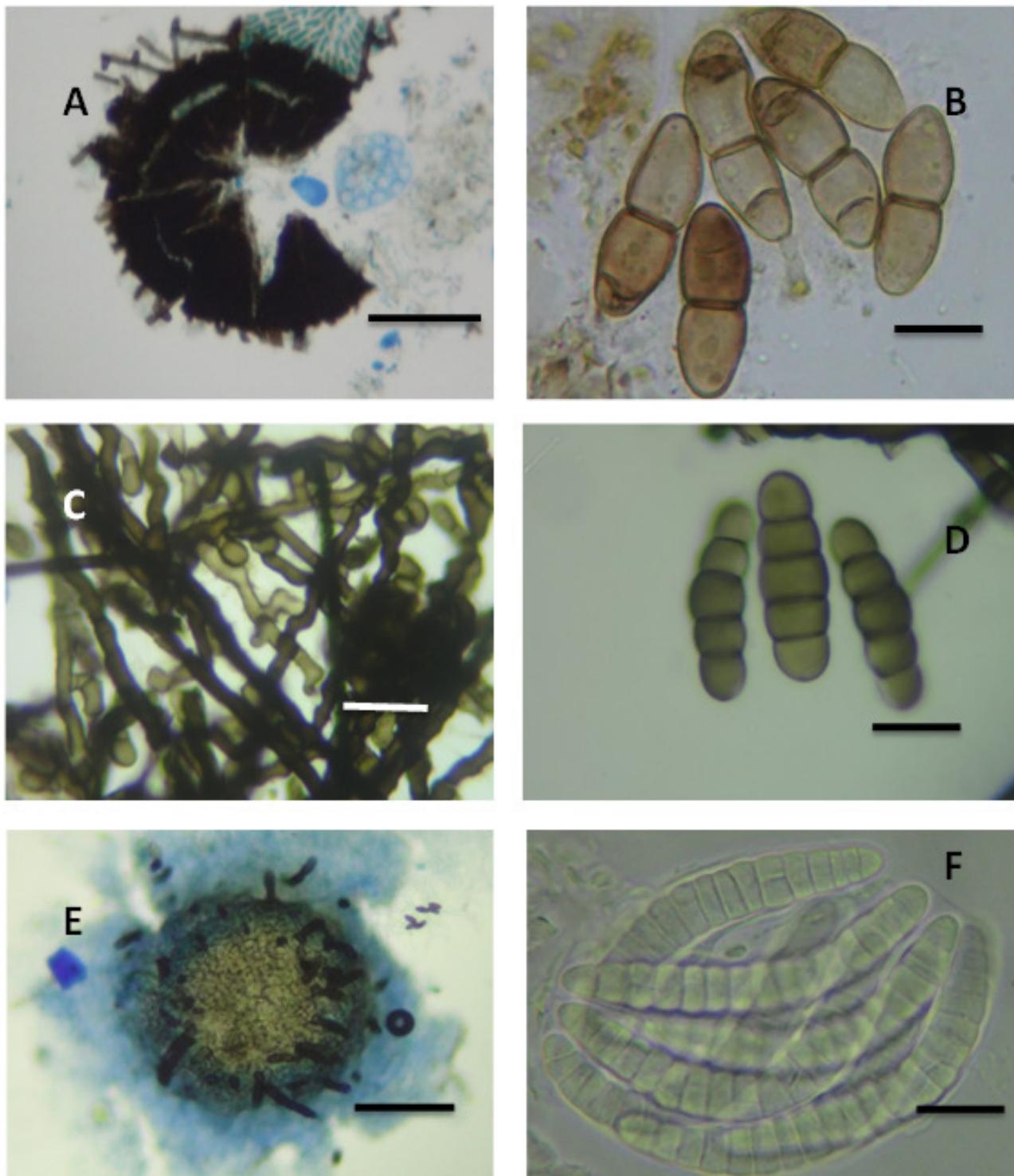


Figura 2 . (A-B) *Batistinula* cf. *gallesiae* em *Inga capitata* . A - Ascoma esmagado e asco bitunicado (Barra = 65 μ m). B - Ascósporos 1-3 - septados marrons (Barra = 20 μ m). (C-D) *Meliola* aff. *Koae* em *Protium heptaphyllum*. C - Micélio hifopodiado (Barra = 10 μ m). D - Ascósporos 4 - septados marrons (Barra = 20 μ m). (E-F) *Trebiomyces citri* em *Pera glabrata*. E - Peritécio setoso e micélio (Barra = 85 μ m). F - Detalhe de asco com ascósporos dentro (Barra = 15 μ m).

μm, escuros com 4 septos; setas denteadas; hifopódios capitados 20,0 - 22,5 x 10,0 - 12,5 μm; e espermogônios mucronados 17,0 - 22,5 x 7,5 - 10,0 μm.

Comentários: Na família Mimosaceae esta é a espécie mais próxima, porém difere na largura dos ascósporos que são mais estreitos (15 - 17 μm de largura).

Treubiomycetes citri Rodriguez; Ciências, Ser. 10, Bot; 4:7 (Figura 2 E-F).

Material examinado: BRASIL. Bahia: Reserva Biológica de Una, Una, sobre folhas no alto da copa de Sapateiro (*Pera glabrata*) (Schott) Peopp. ex. Baill. (Euphorbiaceae), agosto/2013, Bezerra J. L. e Carvalho N. B. (CEPEC-FUNGI Coleção micológica do CEPEC Nº 2425).

Diagnose: O fungo foi identificado no hospedeiro *Pera glabrata* na Reserva Biológica de Una e desenvolve-se na superfície superior das folhas, apresentando micélio aderido à cutícula foliar, composto de hifas amarronzadas, septadas, ramificadas, formando uma película membranosa em torno dos ascos. Ascos 150-170 μm, dimidiados, de base achatada, desenvolvidos sob o micélio. Ascósporos ovais, 20 - 25 x 62,5 - 65,0 μm, bitunicados; Paráfises filamentosas, frequentemente preenchendo a parte central do ascoma; ascósporos hialinos com medidas aproximadas de 62,5 x 7,5 μm.

Comentários: A espécie é de fácil identificação por suas características marcantes.

Plochmopeltis sp. (Figura 3 A-B)

Material examinado: BRASIL. Bahia: Reserva Biológica de Una, sobre folhas de Ingá Açu (*Inga thibaudiana*), agosto/2013, Carvalho N. B. (CEPEC-FUNGI Coleção micológica do CEPEC Nº 2426).

Diagnose: Ascomas superficiais, escutelares, presos à cutícula foliar, ascósporos paralelos em camada única, clavados, bitunicados; ascósporos bicelulares, hialinos.

Comentários: Material escasso.

Stomiopeltis sp. (Figura 3 C)

Material examinado: BRASIL. Bahia: RPPN Capitão, sobre folhas de Ingá (*Inga capitata* Desv), abril/2013, Carvalho N. B. (CEPEC-FUNGI Coleção micológica do CEPEC Nº 2427).

Diagnose: Ascos pletenquimáticos, meandriformes, orbiculares, não setosos, glabros; micélio livre, reticulado e marrom; ascos clavados, bitunicados; ascósporos imaturos. O material apresentava ascos inférteis.

Comentários: Material imaturo.

Spiropes dorycarpus (Mont.) M. B. Ellis. Mycol. Pap., 114:11-14 (Figura 3 D-E).

Material examinado: BRASIL. Bahia: Parque Municipal Boa Esperança, sobre folhas de Amescla (*Protium heptaphyllum*), Julho/2013, Bezerra J. L. e Carvalho N. B. (CEPEC-FUNGI Coleção micológica do CEPEC Nº 2428).

Diagnose: Fungo identificado parasitando Meliolaceae. Colônias efusas com hifas delgadas, marrons, septadas crescendo sobre o micélio do hospedeiro; conidióforos eretos, septados, marrons, mononematosos e sinematosos; conídios mucronados, 1-3-septados, solitários, 25,0 - 30,0 x 7,0 - 8,0 μm, de ápice alongado, atenuado.

Comentários: O fungo é de comum ocorrência como hiperparasita de Meliolaceae e de fácil identificação.

Discussão

As famílias de plantas que apresentaram mais colonização por fungos foram: Fabaceae, Burseraceae e Euphorbiaceae, destacando-se a família Fabaceae com as espécies: *Tachigali multijuga*, *Inga capitata* e *Inga thibaudiana*, nas quais foram observados os ascomicetos *Lembosiellina pernambucensis*, *Batistinula cf. galesiae*, *Meliola* sp. e *Plochmopeltis* sp.

A espécie *Lembosiellina pernambucensis* está sendo registrada pela primeira vez em Ingá Açu Gigante (*Tachigali multijuga*), sendo a sua ocorrência também inédita no Estado da Bahia. Esta espécie foi encontrada originalmente em folhas vivas de *Didymopanax morototoni*, em Pernambuco (Batista e Maia, 1960).

A espécie *Treubiomycetes citri* é um registro inédito em *Pera glabrata* e para o Estado da Bahia.

Os remanescentes do bioma Mata Atlântica, localizados no sul da Bahia apresentaram uma

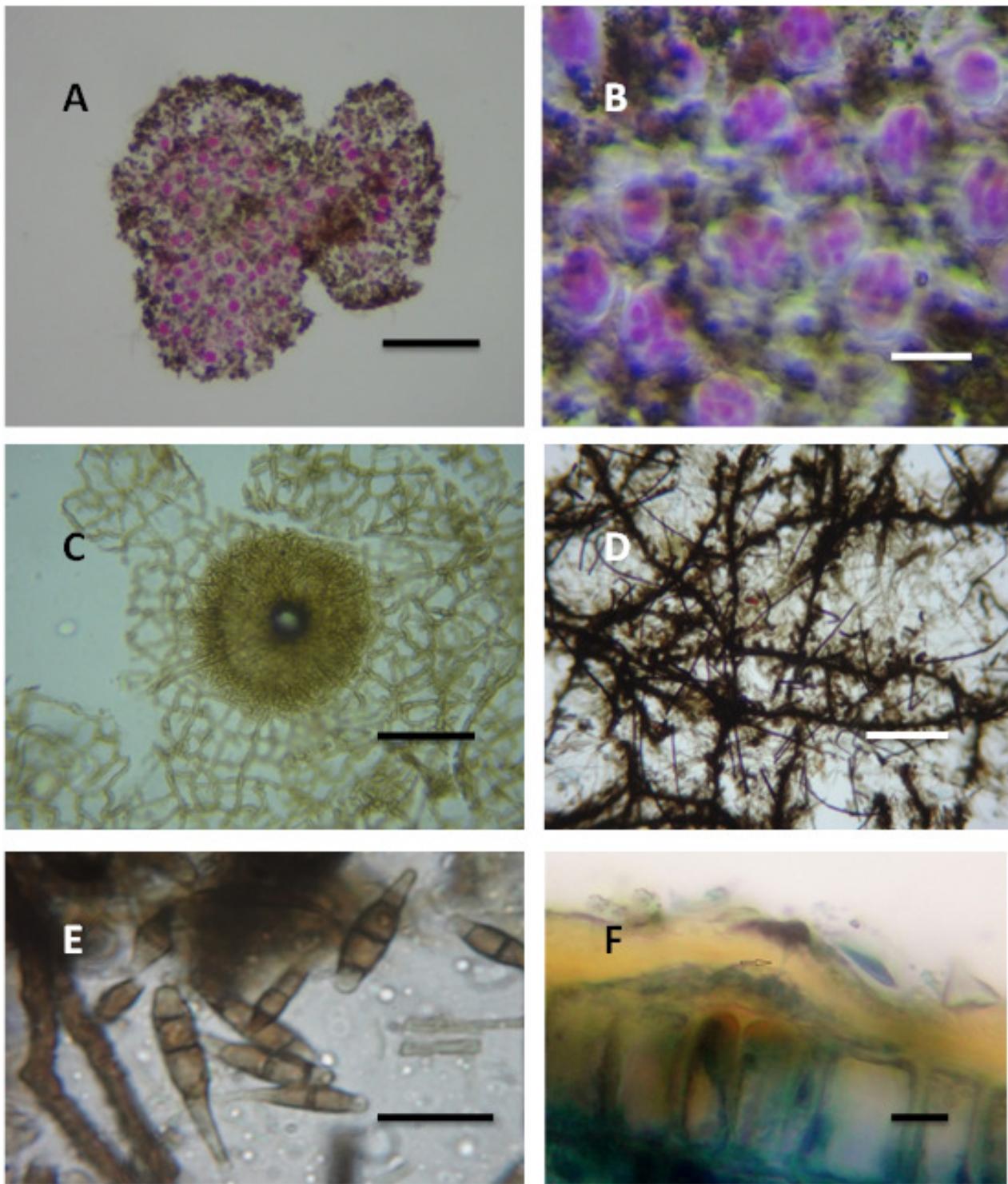


Figura 3. (A-B) *Plochmopeltis* sp. em *Inga Thibaudiana*. A - Tiriotécio esmagado mostrando o himênio (Barra = 50µm). B - Ascospores (Barra = 10µm). C - *Stomiopeltis* sp. Tiriotécio ostiolado e micélio reticulado em *Inga capitata* (Barra = 20µm). D - Micélio de *Spiropes dorycarpus* hiperparasitando hifas de Meliolaceae em *Protium heptaphyllum* (Barra = 20µm). E - Conídios 1-3-septados, marrons, obclavados, com ápice alongado, atenuado (Barra = 35µm). F - *Lembosiellina pernambucensis* em *Tachigali multijuga*. Corte transversal mostrando hipostroma subcuticular (Barra = 05µm).

considerável riqueza e diversidade de espécies de fungos, porém, a copa das árvores de grande porte se constitui numa das mais importantes e difíceis áreas de estudo devido à dificuldade de acesso a este nicho. A contribuição deste trabalho para o conhecimento da diversidade de ascomicetos folícolas, embora restrita, aponta para uma lacuna importante nesta área de estudo e demonstra o grande potencial que a região tem em apresentar espécies associadas a hospedeiros até então não estudados e identificar novas espécies para a ciência.

Literatura Citada

- BATISTA, A.C.; MAIA, H. S. 1960. Lembosiellina pernambucensis sobre folhas vivas de *Didymopanax morototoni* - Atas do IMUR, Ano I. pp. 323-329.
- BASEIA, I. G.; CAVALCANTI, M. A. Q.; MILANEZ, A. I. 2003a. Additions to our knowledge of the genus *Gastrum* (Phallales: Geastraceae) in Brazil. Mycotaxon 85: 409-416.
- BASEIA, I. G.; GIBERTONI, T. B.; MAIA L. C. 2003b. *Phallus pygmaeus*, a minute species from a Brazilian tropical rain forest. Mycotaxon 85:77-80.
- BEZERRA, J. L. 2003. Taxonomia de Ascomicetos: revisão da ordem Asterinales. Revisão Anual de Patologia de Plantas 11:15-28.
- DIANESE, J. C.; MEDEIROS, R. B.; SANTOS, L. T. P. 1997. Biodiversity of microfungi found on native plants of the Brazilian cerrado. In: Hyde, K. D., ed. Biodiversity of tropical microfungi. Hong Kong, Hong Kong University Press. pp. 367-417.
- GIBERTONI, T.; CAVALCANTI, M. A. C. 2000. Novos registros de Aphylophorales para o Brasil. Acta Botânica Brasilica (Brasil)14 (3): 267-271.
- GIBERTONI, T. B.; PARMASTO, E.; CAVALCANTI, M. A. Q. 2003. Non-poroid Hymenochaetaceae (Basidiomycota) of the Atlantic Rain Forest in Northeast Brazil, with a preliminary checklist of Brazilian species. Mycotaxon 87: 437-443.
- GÓES-NETO, A. 1999. Polypore diversity in the State of Bahia, Brazil: a historical review. Mycotaxon 72:43-56.
- GÓES-NETO, A.; LOGUERCIO-LEITE, C.; GUERRERO, R. T. 2000. Poroid Hymenochaetales in a seasonal tropical forest fragment in the State of Bahia, Brazil: taxonomy, and qualitative ecological aspects. Mycotaxon 76:197-211.
- GÓES-NETO, A. et al. 2003. Lignicolous Aphylophoroid Basidiomycota in an Atlantic Forest fragment in the semi-arid caatinga region of Brazil. Mycotaxon 88:359-364.
- LEWINSOHN, T. M., et al. 2006. Structure in plant-animal interaction assemblages. Oikos 113:174-184.
- MAIA, L. C.; BARROS, S. T.; CAVALCANTI, M. A. 1996. Fungos. In Sampaio, E. V. S. B.; Mayo, S. J.; B, M. R. V., org. Estudos botânicos no Nordeste: progressos e perspectivas. 1 ed. Recife,PE, Sociedade Botânica do Brasil - Seção Regional de PE. pp. 9-35.
- MAIA, L. C.; YANO-MELO, A. M.; CAVALCANTI, M. A. 2002. Diversidade de fungos no Estado de Pernambuco. In: Tabarelli, M.; Silva, J. M. C., orgs. Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco. Recife, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco. pp. 15-50. V.1.
- MAIA, L. C.; CARVALHO JUNIOR, A. A. 2010. Introdução: os fungos do Brasil. In: Forzza, R. C., org. et al. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro, RJ. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. pp. 43-48.
- PFENNING, L. H. 1996. Diversity of microfungi. In: Bicudo, C. E. M.; Menezes, N. A. Biodiversity in Brazil, a first approach. São Paulo, SP, CNPq. pp. 65-80.
- PFENNING, L. 1997. Soil and rhizosphere microfungi from Brazilian tropical forest ecosystems. In: Hyde, K. D., ed. Diversity of tropical microfungi. Hong Kong, University Press. pp. 337-362.
- RODRIGUES-HEERKLOTZ, K. R.; PFENNINING, L. H. 1999. Diversidade no Reino Fungi: Ascomycota. In: Canhos, V. P.; Vazoller, R. F.,

- eds. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: microrganismos e vírus. São Paulo, SP, FAPESP. pp. 27-31.V.1
- SILVA, M.; MINTER, D. W. 1995. Fungi from Brazil, recorded by Batista and Co-workers. Mycological Papers 169:1-585.
- TRAPPE, J. M.; SCHENCK, N. C., ed. 1982. Taxonomy of the fungi forming Endomycorrhizae. In Methods and principles of Mycorrhizae research. St. Paul, The American Phytopatological Society. pp. 1-9.



AVALIAÇÃO DE MÉTODOS PARA INOCULAÇÃO DE *Phytophthora palmivora* EM PLÂNTULAS DE PUPUNHEIRA

Aline Brito Vaz¹, Marival Lopes Oliveira², Maria das Graças Parada², Edna Dora Martins N. Luz²

¹Rua Nathalina Daher Carneiro, 874, apt. 202, Jardim da Penha, Vitória-ES, alinefito@gmail.com; ²CEPLAC/CEPEC/SEFIT, km 22 Rodovia Ilhéus-Itabuna, Cx. Postal 07, 45600-970, Itabuna, BA, Brasil. marival@ceplac.gov.br; gracaparada@ceplac.gov.br; ednadora@yahoo.com.br.

Visando avaliar métodos de inoculação, concentrações de inóculo e testar a necessidade ou não de ferimentos, para utilização em estudos de resistência à podridão do estipe da pupunheira, foram instalados experimentos em blocos casualizados com 10 plântulas por tratamento e cinco repetições para cada método e concentração de inóculo, utilizando um isolado de *Phytophthora palmivora* de pupunheira oriundo de Una, BA. No primeiro experimento foram testados quatro métodos sem ferimento. No segundo os métodos foram testados com e sem ferimentos. Mediu-se a altura da planta, o comprimento do sistema radicular e as massas frescas e secas da parte aérea e do sistema radicular aos 75 dias após a inoculação. Nas análises foram utilizadas a regressão polinomial, com as médias comparadas pelos testes de Tukey e Scott-Knott a 5%. No primeiro experimento pelos métodos avaliados foram observados alterações fisiológicas nas plântulas, independente das concentrações de inóculo utilizadas; no entanto, o método de imersão foi o mais drástico. No segundo experimento aproximadamente 50% das plântulas inoculadas, principalmente com ferimentos, evidenciaram sintomas da doença e/ou morreram. Ferimentos não foram essenciais, mas foram importantes na aceleração do processo de infecção em plântulas de pupunheira inoculadas com *P. palmivora*. Para avaliação de resistência neste patossistema recomenda-se o método de irrigação em torno do coletor das plântulas com 1 mL da suspensão de zoósporos na concentração de 5×10^5 zoósporos. mL⁻¹.

Palavras-chave: Podridão do estipe, metodologia de inoculação, resistência, *Bactris gasipaes*.

Evaluation of methods for inoculation of *Phytophthora palmivora* in pejibaye palm seedlings. The aim of this paper was to evaluate inoculation methods, inoculum concentrations and the wounding necessity in inoculations to evaluate resistance to pejibaye foot rot. The experiments were set in randomized block designs with 10 plants per treatment and five replications for each method and inoculum concentration using the isolate 870 of *Phytophthora palmivora* obtained from pejibaye from Una, Bahia, Brazil. In the first experiment four methods were evaluated without wounding. In the second experiment inoculations were done with and without wounding. The inoculum concentrations used were: zero; 5×10^5 e 1×10^6 zoospores/mL. The experiments were repeated once. Seventy five days after inoculations the height of the canopy, the length of the root system and the weight of aerial part and root system of the plants, were assessed. A polynomial regression analysis was used to determine the best concentration for each method per each pathometric variable evaluated. The means average where compared by the Tukey test and Scott-Knott test both at P < 0.05. In the first experiment, physiological alterations have been observed in the inoculated plants for all the evaluated methods and inoculum concentrations. The root dipping method was the most drastic one. In the second experiment about 50% of inoculated plants, mainly the wounded ones, showed disease symptoms or died. Wounding seemed to accelerate infection process in pejibaye seedlings inoculated with *P. palmivora*, independently of the inoculum concentration. To evaluate resistance in the *P. palmivora* x pejibaye pathosystem, the method of irrigation of the substrate around the collar, with 1 mL of the inoculum at 5×10^5 zoospore/mL is the recommended one.

Key words: Heart rot, methodology of inoculation, resistance, *Bactris gasipaes*.

Introdução

O cultivo da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) para produção de palmito vem despertando o interesse de agricultores de todo o país desde 1970 (Benchimol et al., 2001). Dois fatores têm contribuído para este aumento: a existência de mercado a nível mundial e a disponibilidade de tecnologia para o cultivo e industrialização (Verruma-Bernardi et al., 2007).

De acordo com os dados a partir da década de 1990 o extrativismo vegetal das palmeiras juçara (*Euterpe edulis* Mart.) e açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no Brasil tem diminuído, progressivamente, enquanto, o cultivo da pupunheira tem aumentado de forma consistente. Apesar disso, alguns fatores têm limitando o crescimento da produção e exportação de palmito pelo país, destacando-se entre eles a doença conhecida como podridão do estipe, causada por *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler. O patógeno possui ampla gama de hospedeiros com ocorrência em diversas regiões brasileiras (Bovi, 2001).

Os sintomas da podridão do estipe são caracterizados, inicialmente, pela clorose e seca das folhas, evoluindo para a seca e morte da planta. Apesar do processo de patogênese ser pouco estudado, sabe-se que a produção de enzimas, que maceram e degradam a parede celular do hospedeiro, desempenha importante papel na colonização dos tecidos pelo patógeno (Benchimol et al., 2001).

No estado do Pará, a incidência da doença, que é um problema endêmico em toda a região amazônica, se agravou devido à pressão de seleção em decorrência do plantio de cultivares do tipo sem espinho, os quais apresentam menor resistência (Santos et al., 2004). Com a expansão da cultura, foi observada maior disseminação da doença para outras regiões do país, com destaque, principalmente, para os estados do Paraná e Bahia (Santos et al., 2004). Na Bahia, as maiores ocorrências e perdas são registradas, principalmente, em viveiros, apesar da doença não deixar de ser também observada em campo (Santos e Luz, 2007).

A despeito da sua importância econômica crescente, a doença ainda é pouco estudada. Neste sentido, mesmo em relação à metodologia de inoculação de *P. palmivora* em pupunheira, que é um conhecimento básico importante para a realização de outros estudos, a literatura é carente, tendo sido

encontrado apenas um trabalho (Varjão et al., 2008), onde foi utilizado o método de encharcamento do substrato com água, por 1 hora, seguido da irrigação das plântulas, em torno do colete, com uma suspensão de 5×10^5 zoósporos mL⁻¹. Além disso, informações sobre concentrações de inóculo adequadas para a inoculação do patógeno, também não estão disponíveis. Apesar disso, *P. palmivora* vem sendo estudada com alguma frequência em outros hospedeiros, como é o caso do mamoeiro, onde diversos métodos de inoculação (Trujillo & Hine, 1965; Silva, 2001; Dianese et al., 2007; Santos e Luz, 2011), e concentrações de inóculo já foram avaliados, resultando inclusive na recomendação das concentrações 5×10^4 e 10^5 zoósporos mL⁻¹ na avaliação de materiais genéticos quanto à resistência ao patógeno (Santos e Luz, 2011).

Embora existam muitos estudos com esta espécie em outros hospedeiros, o processo de patogênese no patossistema *P. palmivora* x *B. gasipaes* ainda é desconhecido, havendo, portanto a necessidade da realização de estudos que busquem esclarecer os processos de penetração e colonização do patógeno no hospedeiro.

O presente trabalho teve como objetivos avaliar métodos, e concentrações de inóculo, bem como a necessidade ou não de ferimentos para inocular *P. palmivora* em pupunheira, visando definir uma metodologia apropriada para a avaliação e seleção de materiais genéticos com resistência ao patógeno.

Material e Métodos

Preparo do inóculo: O isolado 870 de *P. palmivora*, obtido de pupunheira no sul da Bahia e pertencente à coleção Arnaldo Medeiros do CEPEC/CEPLAC, foi selecionado para ser utilizado nos ensaios. Para a produção de inóculo, o patógeno foi cultivado em meio de cenoura ágar (CA) em temperatura de 25°C, sob luz contínua, durante oito dias. Após este período, 8 mL de água destilada, esterilizada e gelada foram adicionados a cada placa, transferindo-as para um refrigerador à 4°C, por 20 minutos, com o objetivo de induzir a liberação de zoósporos. As placas, a seguir, retornaram à temperatura ambiente, permanecendo ai por 25 minutos. As suspensões obtidas em cada placa foram misturadas, a concentração de zoósporos aferida em hemacitômetro e ajustada para 5×10^4 , 1×10^5 e 5×10^5 zoósporos mL⁻¹.

Preparo do Material Vegetal: Plântulas de pupunheira, com quatro meses de idade, cultivadas em tubetes contendo 500g da mistura solo/substrato (1:1) foram utilizadas nos experimentos, sendo mantidas em casa de vegetação, sem controle ambiental, com as temperaturas médias diárias em torno de 27°C e noturnas de 25°C.

No Experimento 1: Inoculações sem ferimentos: Os métodos de inoculação utilizados nas avaliações das concentrações de inóculo: zero (testemunha), 5×10^4 , 1×10^5 e 5×10^5 zoósporos mL⁻¹, foram os seguintes:

Método 1 (M1) - Imersão do sistema radicular em uma suspensão de zoósporos: Nas inoculações por este método, cada plântula foi removida dos tubetes, lavada em água corrente passando a mão nas raízes gentilmente para retirar o excesso de solo, e o sistema radicular imerso, por 20 minutos, em 500mL das diferentes concentrações de zoósporos, a depender do tratamento. As plântulas foram em seguida replantadas cuidadosamente nos tubetes contendo solo/substrato (1:1).

Método 2 (M2) - Irrigação do solo com 1 mL da suspensão de inóculo: Cada plântula foi irrigada com 1 mL da suspensão de zoósporos, depositado em torno do coletor, nas quatro diferentes concentrações de inóculo.

Método 3 (M3) - Inundação do solo com água e irrigação com 1 mL da suspensão de inóculo: As plântulas de pupunheira foram imersos em água até o nível do solo, durante uma hora, e em seguida irrigadas, em torno do coletor, com 1 mL da suspensão de zoósporos nas quatro diferentes concentrações. Após a aplicação do inóculo, as plantas permaneceram imersas em água por mais uma hora.

Método 4 (M4) - Irrigação do solo com 30 mL de água e em seguida com 2 mL da suspensão de inóculo: As plantas foram inicialmente irrigadas com 30 mL de água e em seguida aplicados em torno do coletor 2 mL de cada uma das suspensões nas quatro diferentes concentrações de zoósporos.

As plântulas inoculadas por todos os métodos e concentrações de inóculo foram mantidas em casa de vegetação, sem controle ambiental, com temperaturas médias diárias em torno de 27°C e

noturnas de 25°C, submetidas a 1 hora de irrigação por aspersão duas vezes ao dia (manhã/ tarde).

No Experimento 2: Inoculações com e sem ferimentos: Nas inoculações com ferimentos foram efetuadas pequenas incisões de 1 mm de espessura com bisturi na bainha das folhas ou no coletor das plântulas. Em todas as plantas inoculadas, incluindo as testemunhas, foi colocado um chumaço de algodão umedecido em água e envolto em filme de PVC, sobre os locais de inoculação. Os seguintes métodos de inoculação foram utilizados (Quadro 1):

Quadro 1- Experimento 2: Métodos de inoculação utilizados

Tratamentos	Método de inoculação	Com ferimento	Sem ferimento
1 e 2	Inoculação com gotas de uma suspensão de 5×10^5 zoósporos mL ⁻¹	X	X
3 e 4	Inoculação com gotas de uma suspensão de 1×10^6 zoósporos mL ⁻¹	X	X
5 e 6	Testemunha – sem a aplicação da suspensão de zoósporos,	X	X
7 e 8	Irrigação do solo, em torno do coletor, com 1 mL de uma suspensão de 5×10^5 zoósporos mL ⁻¹	X	X
9 e 10	Irrigação do solo, em torno do coletor, com 1 mL de uma suspensão de 1×10^6 zoósporos mL ⁻¹ ,	X	X
11 e 12	Testemunha – sem aplicação da suspensão de inóculo	X	X
13 e 14	Irrigação do solo, em torno do coletor, com 2 mL de uma suspensão de 5×10^5 zoósporos mL ⁻¹	X	X
15 e 16	Irrigação do solo, em torno do coletor, com 2 mL de uma suspensão de 1×10^6 zoósporos mL ⁻¹	X	X
17 e 18	Testemunha – sem aplicação da suspensão de inóculo,	X	X
19 e 20	Irrigação do solo, em torno do coletor, com 5 mL de uma suspensão de 5×10^5 zoósporos mL ⁻¹	X	X
21 e 22	Irrigação do solo, em torno do coletor, com 5 mL de uma suspensão de 1×10^6 zoósporos mL ⁻¹	X	X
23 e 24	Irrigação do solo, em torno do coletor, com 2 mL de uma suspensão de 1×10^6 zoósporos mL ⁻¹	X	X
25 e 26	Testemunha – sem aplicação da suspensão de inóculo	X	X
27 e 28	Inoculação com um disco de micélio de 0,7 cm	X	X

O delineamento experimental dos experimentos foram conduzidos em blocos ao acaso com cinco repetições de 10 plântulas/tratamentos sendo repetidos uma vez cada um. No experimento 1 foram avaliados 16 tratamentos (quatro métodos de inoculação e quatro concentrações de zoósporos) e no experimento 2, 28 tratamentos.

As avaliações foram efetuadas aos 75 dias após as inoculações, considerando-se as seguintes variáveis: i) altura da planta; ii) massas fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular; e iii) Comprimento do sistema radicular. Após as avaliações, foi procedido o reisolamento do patógeno das plântulas inoculadas, em meio seletivo PARPH (Santos e Luz, 2007), sendo as placas incubadas, no escuro, por 72 horas para a confirmação dos resultados. As raízes foram lavadas em água, desinfectadas com álcool 70% e hipoclorito de sódio a 1%, cortadas em pequenas secções que foram inseridas em placas de Petri contendo o meio seletivo PARPH (Kannwischer & Mitchell, 1978) e estas então incubadas em uma BOD a 25 °C, no escuro, por 72 horas.

Na análise de variância (experimento 1) para a determinação das melhores concentrações em cada método e por variável patométrica, foi utilizada a análise de regressão polinomial. Quando os valores de R^2 para os modelos linear e quadrático foram significativos, optou-se pela utilização daquele que apresentasse maior valor absoluto. A análise ANOVA foi utilizada na comparação dos métodos de inoculação e concentrações de zoósporos, para os casos em que a expressão das variáveis patométricas era mais forte. A significância das diferenças entre os tratamentos foi determinada pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando-se o programa SAS (SAS Institute, 1987, user's guide: statistic. 5. ed. Cary, NC, 1996).

Para o experimento 2 foi realizada a ANOVA e o teste de agrupamentos de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), através do software R, versão 9.0.

Resultados e Discussão

Os experimentos foram avaliados aos 75 dias após a inoculação, em função do fato de que a maioria das plântulas inoculadas, independente do método ou da concentração de inóculo não apresentou sintomas da doença, exceto as inoculadas através do método de

imersão das raízes, no qual 50 plântulas mostraram amarelecimento da folha bandeira.

Em cacaueiro, a inoculação de *P. palmivora* é avaliada após 60 dias, entretanto, em pupunheira, em função do reduzido número de plantas com sintomas da doença na folha bandeira, decidiu-se então pelo aumento no período de avaliação (Luz e Mitchaell, 1994). Em mamoeiro, observou que avaliações realizadas aos 30 dias após a inoculação, já permitiam conhecer todas as reações dos acessos de germoplasma quanto à ação da podridão das raízes causada por *P. palmivora*, uma vez que a maior parte das plantas havia morrido após este período (Santos e Luz, 2011). Em citros, por sua vez, o período de 15-30 dias foi adotado como tempo máximo de avaliação nos métodos de inoculação de plântulas com *Phytophthora nicotianae* (Siviero et al., 2001).

Aproximadamente 50% das plântulas inoculadas pelos diferentes métodos evidenciaram sintomas típicos da doença. Em função das informações disponíveis sobre metodologia de inoculação no patossistema *Phytophthora palmivora* x *B. gasipaes* serem escassas, houve a necessidade de se testar métodos, concentrações de inóculo e suas interações, para serem utilizadas em futuras avaliações e seleções de materiais genéticos para resistência à podridão do estipe da pupunheira. Também não foram encontrados relatos na literatura sobre o processo de patogênese, referente à importância de ferimentos ou injúrias causadas por insetos ou danos mecânicos na penetração e a colonização dos tecidos do hospedeiro pelo patógeno. Visando esclarecer tal ponto foi realizado o presente experimento, ao se avaliar métodos de inoculação com e sem ferimentos.

Durante os trabalhos foram testados quatro métodos e quatro concentrações de zoósporos de *P. palmivora* na inoculação das plântulas, com o objetivo de selecionar as melhores combinações método x concentração de inóculo para serem utilizadas em ensaios de seleção de genótipos resistentes à podridão do estipe da pupunheira.

Na definição dos métodos e concentrações de inóculo mais eficientes na inoculação das plântulas, foi utilizada a análise de regressão linear (Tabela 1). Os valores de R^2 que melhor definiam as equações de regressão foram, predominantemente, do modelo quadrático, sendo observadas diferenças em relação

Tabela 1. Valores de R^2 utilizados na definição do modelo linear ou quadrático da relação método de inoculação/concentrações de inóculo, e as variáveis patométricas utilizadas

VP	M1	M2	M3	M4
H	0,9897	0,6177*	0,9995*	0,8912
MFP	0,7139*	0,7095*	0,8608*	0,8921*
MSP	0,6917	0,9165	0,7537	0,8821*
CSR	0,6683	0,8562	0,7703	0,8501
MFSR	0,1744*	0,8034*	0,8111*	0,62113*
MSSR	0,8217*	0,6055*	0,4728*	0,9230*

* R^2 para modelo quadrático. VP: variáveis patométricas H: Altura da planta; MFP: Massa fresca da Parte aérea; MSP: Massa seca da parte aérea CSR: Comprimento do sistema radicular; MFSR: Massa fresca do sistema radicular MSSR: Massa seca do sistema radicular M1: Imersão do sistema radicular; M2: Irrigação com 1 mL de inóculo; M3: Inundação do solo e M4: Irrigação com 30 mL água + 2 mL inóculo.

às concentrações para cada método avaliado. Nas análises das interações entre métodos de inoculação x concentração de inóculo, realizados neste trabalho, os modelos de regressão quadrática predominaram e explicaram melhor 13 interações, enquanto os lineares, 11 (Tabela 1). Variações no comportamento de plântulas inoculadas por um mesmo método foram observadas quando utilizadas diferentes concentrações de inóculo. Em algumas situações, uma concentração menor foi capaz de induzir maior redução em uma variável do que na concentração mais elevada.

Os resultados dos ensaios mostraram o destaque do método de imersão do sistema radicular nas diferentes concentrações de inóculo, em relação aos demais, sendo observada redução nos valores das seis variáveis avaliadas, não obstante terem ocorrido variações nas diferentes concentrações testadas. Tais resultados já eram de se esperar, considerando-se que este é dos métodos mais drásticos, já que envolve a remoção das plantas do solo e a exposição do sistema radicular aos efeitos do meio ambiente e do patógeno. De forma geral, os métodos mostraram um comportamento similar para todas variáveis patométricas avaliadas, ficando claro, não ser essencial o encharcamento prévio do solo para facilitar a penetração do patógeno. Resultados semelhantes foram obtidos por (Kannwischer & Mitchell, 1978) ao compararem os efeitos do encharcamento do solo durante o processo de inoculação de plântulas de cacau com suspensões de zoósporos de *Phytophthora* spp.

Com base na análise fenotípica, foram feitas seleções das concentrações que mais se destacaram tanto para o método de inoculação quanto para a variável patométrica. Quando as plântulas foram inoculadas pelos métodos de imersão e inundação, a concentração 1×10^5 zoósporos mL^{-1} foi ideal para a expressão da maioria das variáveis patométricas, a exceção da massa fresca da parte aérea, pelo método de imersão, e da massa fresca do sistema radicular, pelo método de inundação. Para ambas variáveis, a concentração 5×10^5 zoósporos mL^{-1} foi a que apresentou maior destaque. Em relação aos métodos de irrigação do inóculo, com ou sem a irrigação prévia de água, a concentração de 5×10^5 zoósporos mL^{-1} foi a que apresentou melhores resultados (Tabela 2).

Os menores valores para todas as variáveis analisadas foram obtidos com o método de imersão das raízes nas suspensões de 10^5 zoósporos mL^{-1} (Tabelas 3 e 4). Entretanto, para as variáveis relacionadas à parte aérea, as médias obtidas por este método, não diferiram estatisticamente, daquelas do método de irrigação com 1 mL de 10^5 zoósporos mL^{-1} , assim como para as variáveis altura e massa fresca, em relação ao método de irrigação com 30 mL de água e 2 mL do inóculo (Tabela 3). Os resultados do segundo ensaio confirmaram mais uma vez os obtidos em relação aos métodos de inoculação e concentrações de inóculo já descritos.

Conforme constatado nas comparações dos métodos de inoculação, apenas para as concentrações de inóculo onde ficaram evidentes os efeitos das

Tabela 2. Concentrações de inóculo em função do método de inoculação e da variável patométrica

VP	M1	M2	M3	M4
H	5×10^5	5×10^5	1×10^5	5×10^5
MFP	5×10^5	5×10^5	1×10^5	5×10^5
MSP	1×10^5	5×10^5	1×10^5	5×10^5
CSR	1×10^5	1×10^5	1×10^5	5×10^5
MFSR	1×10^5	5×10^5	5×10^5	1×10^5
MSSR	1×10^5	5×10^5	1×10^5	5×10^5

VP: variáveis patométricas H: Altura da planta; MFP: Massa fresca da Parte aérea; MSP: Massa seca da parte aérea CSR: Comprimento do sistema radicular; MFSR: Massa fresca do sistema radicular MSSR: Massa seca do sistema radicular M1: Imersão do sistema radicular; M2: Irrigação com 1 mL de inóculo; M3: Inundação do solo e M4: Irrigação com 30 mL água + 2 mL inóculo.

Tabela 3. Médias de altura, massa fresca e massa seca da parte aérea de plântulas de pupunheira aos 75 dias após a inoculação com *Phytophthora palmivora*, através de 4 métodos de inoculação nas concentrações que apresentaram efeitos mais drásticos

Métodos	Variáveis relacionadas à parte aérea		
	Altura(cm)	Massa fresca (g)	Massa seca (g)
M1	29.6 b	4.5 c	1.4 b
M2	31.4 ab	5.3 bc	1.7 ab
M3	35.8 a	7.9 a	2.1 a
M4	32.5 ab	6.3 b	1.8 ab
	CV = 25.99	CV= 52.35	CV= 49.78

Médias seguidas das mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p\leq 0.05$). M1: Imersão das raízes no inóculo (1×10^5 zoósporo mL $^{-1}$); M2: Irrigação 1 mL do inóculo (1×10^5 zoósporo mL $^{-1}$); M3: Inundação + irrigação 1 mL do inóculo (1×10^5 zoósporo mL $^{-1}$) e M4: Irrigação 30 mL água+1 mL do inóculo (1×10^5 zoósporo mL $^{-1}$).

Tabela 4. Médias de altura, massa fresca e massa seca da parte aérea de plântulas de pupunheira aos 75 dias após a inoculação com *Phytophthora palmivora*, através de 4 métodos de inoculação

Métodos	Variáveis sistema radicular		
	Comprimento	Massa fresca (g)	Massa seca (g)
M1	13.5 b	3.1 b	1.2 b
M2	17.0 a	5.5 a	1.9 a
M3	16.9 a	7.1 a	2.2 a
M4	16.9 a	5.9 a	2.1 a
	CV = 21.56	CV= 61.83	CV= 53.14

Médias seguidas das mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p\leq 0.05$). M1: Imersão das raízes no inóculo (1×10^5 zoósporo mL $^{-1}$); M2: Irrigação 1 mL do inóculo (1×10^5 zoósporo mL $^{-1}$); M3: Inundação + irrigação 1 mL do inó. (1×10^5 zoósporo mL $^{-1}$) e M4: Irrigação 30 mL água+1 mL do inóculo (1×10^5 zoósporo mL $^{-1}$)

condições externas (estresse), foi confirmado o que as análises gráficas haviam evidenciado. O método de imersão na concentração de 10^5 zoósporos mL $^{-1}$ foi aquele que apresentou as maiores reduções nos valores médios obtidos para todas as variáveis relacionadas aos efeitos da doença sobre o sistema radicular, com os demais métodos não apresentando quaisquer diferenças entre si (Tabela 4).

Aparentemente, a presença de injúrias mecânicas ou causadas por insetos, contribui para acelerar o processo de colonização do fungo. Para ilustrar tal fato, tem sido constatado em condições de campo, que em áreas onde são registradas grandes populações do coleóptero *Metamazium* sp. é que se tem observado

maiores números de touceiras de pupunheira com sintomas da podridão-do-estipe (Parada, 2005).

Baseado nessa visão, os três métodos de inoculação utilizados: com deposição de gotas em um ponto do coletor (simulação de respingos de chuva); irrigação do inóculo ao redor do coletor (simulação da presença do inóculo no solo), ou mesmo, a artificialidade dos discos de cultura, usados para reprodução de sintomas, não se distinguiram uns dos outros pelo Teste de Scott-Knott, ficando no grupo C. A concentração de inóculo utilizada, também não influiu na expressão da doença nas plântulas de pupunheira de acordo com os resultados aqui apresentados, pois os tratamentos com irrigação 1, 2 ou 5 mL das suspensões de zoósporos ficaram no grupo C.

Como era de se esperar, as testemunhas ficaram nos grupos com maiores massas frescas e secas da parte aérea e do sistema radicular, apesar do tratamento T24 ter ficado no Grupo C para todas as variáveis, e o tratamento T28 para as da parte aérea. No Grupo C, aquele de menores pesos para todas as variáveis, foi onde a maioria dos tratamentos com inoculação se agrupou. Embora os tratamentos em que a maior concentração de inóculo foi utilizada tenham, de modo geral, estado no limite mais baixo de peso para todas as variáveis, com destaque para os métodos T4 e T22, e com menor ênfase naqueles em que a concentração foi 5×10^5 zoósporo mL $^{-1}$, também ficaram no mesmo grupo, exceto o tratamento T8 que ficou no Grupo A para variáveis MF e MS da parte aérea e MS do sistema radicular, e no B para MF do sistema radicular. Pode-se inferir daí que quando o patógeno foi inoculado com qualquer das duas concentrações testadas, causou redução na massa fresca e seca, mesmo sem provocar sintomas externos (Tabela 5).

Caso haja inóculo de *P. palmivora* no solo e condições ambientais adequadas, a infecção poderá ocorrer tanto na presença quanto na ausência de injúrias, não obstante tal presença venha contribuir sobremaneira na aceleração do processo de patogênese (Bovi, 2001).

Durante as tentativas de reisolamento, foram observados sintomas de escurecimento e necrose dos tecidos, especialmente na região do coletor, com o patógeno sendo reisolado de todas as plantas com sintomas. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos e Luz (2011), utilizando-se o mesmo método de inoculação durante avaliações de acessos de

Tabela 5- Valores das massas seca e fresca da parte aérea e do sistema radicular (g) obtidos de plântulas de pupunheira 60 dias após a inoculação com *Phytophthora palmivora*, sem ferimento

Tratamentos	PPA (g)		PSR (g)	
	MF	MS	MF	MS
T 12	16,4 A	3,6 A	7,8 A	1,7 B
T 8	15,9 A	4,1 A	8,7 B	2,4 A
T6	14,8 A	3,6 A	11,4 A	2,7 A
T18	12,7 B	3,1 B	7,8 A	1,6 C
T28	12,3 C	2,9 C	9,9 A	2,6 A
T16	12,0 C	3,0 C	6,2 C	1,6 C
T 20	11,7 C	2,7 C	7,0 B	2,4 A
T2	11,4 C	2,6 C	6,6 C	1,5 C
T 24	11,2 C	2,9 C	6,8 C	1,2 C
T14	11,1 C	2,4 C	6,0 C	1,4 C
T10	10,2 C	2,4 C	4,9 C	1,5 C
T26	9,9 C	2,4 C	5,4 C	1,2 C
T 4	7,5 C	2,0 C	4,1 C	0,9 C
T22	7,0 C	2,3 C	4,3 C	0,8 C

PPA: Peso da parte aérea (g); PSR: Peso do sistema radicular (g)Médias seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, ficaram no mesmo grupo segundo o teste de Scott-Knott ($p\leq 0,05$). T 12 - Testemunha 1 mL; T 8 - Irrig.1 mL(5×10^5); T6- Testemunha Gota; T18 - Testemunha 2 mL; T28- Testemunha disco; T16-Irrig.2 mL(1×10^6); T 20- Irrig.5 mL(5×10^5); T2- Método gota (5×10^5); T 24- Testemunha 5 mL; T14- Irrig. 2 mL (5×10^5); T10-Irrig. 1 mL(1×10^6); T26- Disco de micélio; T 4-Método gota (1×10^6) e T22- Irrig. 5 mL (1×10^6).

germoplasma de mamoeiro em relação à podridão de raízes causada por *P. palmivora*.

No caso específico da pupunheira, que é um hospedeiro com sistema radicular fasciculado e volumoso, o método de imersão, aparentemente, não seria tão prático, uma vez que apresenta uma demanda maior por: 1) Quantidades superiores de inóculo; 2) espaço físico mais amplo e equipe de trabalho mais numerosa para realizar as tarefas, considerando-se o período limitado de viabilidade do inóculo; 3) Tempo e cuidados maiores durante as inoculações que para os demais métodos; e 4) Limitações quanto à inoculação de grandes números de plantas durante ensaios de avaliação de resistência à doença.

Ressalta-se que apesar disso, e por ser um método mais drástico, o seu uso em ensaios de seleção de materiais com resistência à podridão do estipe da pupunheira, não deveria ser descartado, uma vez que através dele, diferenças tênues entre materiais genéticos, poderiam ser detectadas.

Conclusão

Todos os métodos avaliados induziram alterações fisiológicas nas plântulas, independente das concentrações de inóculo utilizadas; no entanto, o método de imersão foi o mais drástico. Também foi observado neste estudo que ferimentos não são necessários para ocorrer a penetração de *P. palmivora*, porém aceleram o processo de infecção do patógeno.

Literatura Citada

- BENCHIMOL, R. L., et al. 2001. Podridão-do-estipe da pupunheira. In: Luz, E. D. M. N., et al. Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil. Campinas, SP, Editora Rural. pp. 609-628.
- BOVI, M. L. A. 2003. O agronegócio palmito de pupunha. Horticultura Brasileira 21(1):186-193.
- DIANESE, A. C., et al. 2007. Reação de genótipos de mamoeiro à varíola e à podridão-do-pé. Fitopatologia Brasileira 32: 418-423.
- KANNWISCHER, M. E.; MITCHELL, D. J. 1978. The influence of a fungicide on the epidemiology of black shank of tobacco. Phytopathology 68: 1760-1765.
- LUZ, E. D. M. N; MITCHELL, D. J. 1994. Influence of soil flooding on cacao root infection by *Phytophthora* spp. Agrotrópica (Brasil) 6 (2):53-60.
- PARADA, M. G. C. S. 2005. Agronegócio palmito de pupunha no Estado da Bahia. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/> pdf. Acesso em 20 de jun. 2009.
- SANTOS, A. F., et al. 2004. Primeiro relato da podridão-do-estipe da pupunheira, causada por *Phytophthora palmivora*, no Estado do Paraná. Fitopatologia Brasileira 29(6): 680-682.
- SANTOS A. F.; LUZ, E. D. M. N. 2007. Doenças causadas por *Phytophthora palmivora* no Brasil. Fitopatologia Brasileira 32(Suppl.):S 541-S 543.
- SANTOS, T. R.; LUZ, E. D. M. N . 2011. Avaliação de métodos, concentrações de inóculo e idade das plântulas para inoculação de *Phytophthora palmivora* em mamoeiro. Tropical Plant Pathology 36(1): 383-389.

- SILVA, da G. S.2001. Podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro. In: LUZ, E. D. M. N., et al. Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil. Campinas, SP, Editora Rural. pp. 413-432.
- SIVIERO, A., et al. 2001. Avaliação in vitro de portae-enxerto de citros a gomose causada por *Phytophthora parasitica*. Fitopatologia Brasileira (Suplemento) 26: 395.
- TRUJILLO, E. E.; HINE, R. B. 1965. The role of papaya residues in papaya root rot caused by *Pythium aphanidermatum* and *Phytophthora parasitica*. Phytopathology 55:1293-1298.
- VARJÃO, L. B., et al. 2008. Patogenicidade de isolados de *Phytophthora palmivora* a pupunheira. Tropical Plant Pathology (Suplemento) 33:S 220.
- VERRUMA-BERNARDI, M. R., et al. 2007. Análise descritiva quantitativa do palmito de pupunheira. Acta Amazônica 37(4):507-512.



USO DO SOLO E MUDANÇAS AMBIENTAIS EM UMA FAIXA LITORÂNEA NO SUDESTE DA BAHIA

Kaique Brito Silva¹, José Wildes Barbosa², Neylor Alves Calasans Rego³

¹Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, PRODEMA. Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, Salobrinho, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil, kbritofb96@hotmail.com. ²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, Praça Primavera, CEP 45700-000, Itapetinga, Bahia, Brasil, wildesbarbosa@yahoo.com.br; ³Professor Pleno Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, Salobrinho, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil, neylor@uesc.br.

Dentre as diversas unidades geomorfológicas da Bahia, está presente também a planície quaternária ou planície costeira. Segundo a atual linha de praia, é notada pela sua forma arenosa, plana e homogeneia. Diversas pesquisas atribuem de forma unânime a gênese da atual planície costeira às interações entre as forças erosivas do mar e condicionantes deposicionais por parte dos rios continentais. Partindo para uma abordagem regional, o município de Ilhéus aparece no cenário geológico como palco de uma simples evolução/formação desse tipo de relevo. O objetivo desta pesquisa foi mapear a planície e tabuleiros costeiros entre a zona sul da cidade de Ilhéus e o distrito Olivença e identificar as atividades de uso do solo ocorrentes, visualizando as transformações ambientais sobre o substrato arenoso. Foi realizado um mapeamento em escala de detalhe (1:1000) utilizando imagem de satélite IKONUS, Modelo do Terreno TOPODATA e *layers* de classificação da paisagem, todos esses manipulados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas - SIG. A área de planície mapeada foi cerca de 61km². Foram identificadas oito classes de uso e ocupação do solo. O desmatamento, crescimento urbano, a extração de areia e a falta de planejamentos específicos para este tipo de substrato são as causas atuais de degradação ambiental na área. Obras de infraestrutura urbanas são afetadas pela instabilidade dos solos. A textura friável do substrato implica em uma sensibilidade a intervenções antrópicas. A intenção desse trabalho é disponibilizar dados para contribuir com melhor planejamento na área de estudo.

Palavras-chave: dinâmica espacial, planície costeira, tabuleiro costeiro, ocupação, mapeamento

Among the various geomorphological units of Bahia, this is also the Quaternary plain or strandplain. Following the current line beach, is noted for its sandy, flat and homogeneous way. Others research's unanimously attribute the genesis of the current coastal plain to the interactions between the erosive forces of the sea and depositional conditions by continental rivers. Leaving for a regional approach, Ilhéus city appears in the geological setting as the scene of a simple evolution / formation of such relief. The objective of this research was to map the coastal plain and highlands between Ilhéus city and the Olivença district, showed environment changes installed in the sandy terrain. Was conducted a mapping in detail scale (1: 1.000) using satellite image IKONUS, ground model TOPODATA and landscape classification layers, all these manipulated in Geographic Information Systems - GIS. The mapped plain area was about 61km². Eight classes of land use and occupation were identified. Deforestation, urban growth, sand extraction and the lack of specific plans for this type of substrate are the current causes of environmental degradation in the area. Urban infrastructure works are affected by the instability of the soil. The crumbly texture of the substrate implies sensitivity to human interventions. The intention of this study is to provide data to contribute to better planning in the study area.

Key words: Spacial dynamics, coastal plain, changes, coastal tableland, occupation, mapping

Introdução

Devido ao seu imenso território (564.692,67 km²), o estado da Bahia se destaca pela sua rica diversidade de belezas cênicas e paisagens que se manifestam em decorrência de suas inúmeras compartimentações geomorfológicas. Prova disso, são as demarcações das regiões administrativas (ou territórios de identidade) que, além de toda essa essência cultural, também indicam relações das comunidades tradicionais com elementos ambientais que nada mais são do que “marcos na paisagem” (George, 1983; Morales, 2005).

O Estado possui também o maior trecho de litoral do Brasil, com aproximados 1.100 km de extensão, da divisa norte com Sergipe até o sul, divisa com o Espírito Santo. É uma linha de costa bastante recortada e diferenciada, com a presença de inúmeras barras e campos quaternários (Jackson et al., 2002; Deina, 2011), praias rochosas, penínsulas, fozes de grandes rios e três baías a quais são a de Todos os Santos (Recôncavo), Camamu (Baixo Sul) e Pontal (Ilhéus).

Dentre todas as unidades de relevo e características da costa baiana, está presente também a planície quaternária, ou planície costeira. Segundo a atual linha de praia, é notada pela sua forma arenosa, plana e homogeneia. Esse tipo de planície está presente em muitos trechos do litoral baiano, onde geralmente é associada sua formação à deposição de sedimentos predominantemente marinhos e/ou desembocaduras de grandes rios durante o período Geológico do Quaternário (Martin, 1974; Cooper, 1994; Nordstrom et al. 1996; Jackson et al. 2002; Carrasco et al. 2008; Troiani et al. 2011; Fornari et al. 2012). Em municípios como Belmonte, Maraú, Canavieiras e Caravelas, a planície é nitidamente notada pela sua extensão e feição, essas produzidas pelo acúmulo de sedimentos marinhos e fluviais em grande quantidade, com a presença de terraços marinhos, lagunas, cordões litorâneos, manguezais e deltas.

Existem diversos trabalhos acerca da gênese litológica da planície costeira (definida também como unidade geomorfológica (Fornari et al., 2012). Pesquisas de grande relevância produzidas e publicadas em âmbito nacional como as de Suguió e Nartin. (1976), Martin (1974) e Dominguez (1982), atribuem de forma unânime a gênese da atual planície costeira às interações entre as forças erosivas do mar e condicionantes deposicionais por parte dos rios continentais. A formação da planície costeira é

um processo que ainda ocorre na atual época Holocênica. Dessa forma, as análises científicas devem ser pautadas não só nos fatores de formação em escala geológica que ocorreu em tempos pretéritos, mas também observando os tipos de atividades, sejam naturais ou antrópicas, que de alguma forma ainda modelam a planície, seja em aporte ou déficit de sedimentos.

No contexto regional, conta-se que, diferente dos municípios no litoral baiano que apresentam uma planície costeira bem desenvolvida, Ilhéus aparece no cenário geológico como palco de uma simples evolução/formação desse tipo de relevo. Trabalhos de mapeamento geológico litorâneo realizado por Dominguez et al. (1986) revelam que no entorno praiano da cidade, a planície apresenta-se relativamente pouco alargada e, em algumas localidades, é interrompida pelo contato direto dos costões rochosos do embasamento cristalino com o mar, como é notado no centro da cidade e localidades como Serra Grande (município de Uruçuca) e Olivença (Ilhéus).

Entretanto, nessa zona, a planície costeira está intrinsecamente relacionada com os Tabuleiros Costeiros. Geologicamente definidos como Grupo Barreiras, apresenta litologia terrígena, oriundas de atividades fluviais continentais desde a Era do Cenozóico (65 m.a). Os processos de erosão e deposição de sedimentos denominados de “leques aluviais” disponibilizam naturalmente diversas outras características mineralógicas na planície costeira, sendo diversamente atribuídas características homogêneas a essas duas porções da paisagem geomorfologica (Carrasco et al., 2008).

Por serem terrenos de substratos friáveis, arenosos de pouca consolidação, altamente permeáveis, de fácil retrabalhamento e alterações, a planície e os tabuleiros costeiros Ilheenses são totalmente propícios ao crescimento urbano e surgimento de intervenções antrópicas de vários tipos e dimensões, e concomitantemente demanda estudos e análises acerca dos tipos de atividades de uso do solo que podem ser executadas em seus domínios. Suas potencialidades e limitações, suas susceptibilidades e vocações, as formas de uso do solo sustentáveis devem ser pontos abordados previamente nos projetos que contemplam instalações e operações nessa unidade, a fim de evitar fenômenos como os “Edifícios tortos de Santos” (Massad, 2008).

Atualmente diversos campos do conhecimento ambiental, considerado interdisciplinar, têm focado nas transformações da paisagem visando-as como indicadoras

de impactos negativos. No caso de Ilhéus, tal transformação geográfica tem como vetor a urbanização na zona sul da cidade, que avança sobre a planície e tabuleiros paulatinamente baseando-se na economia do turismo, onde a construção de diversos empreendimentos, lotes, condomínios e bairros, estão sendo operacionalizadas sobre um substrato que naturalmente oferece possibilidades de danos aos imóveis. O desmatamento da restinga e em florestas limítrofes também surge como produtor de desequilíbrios ambientais, considerando que os tabuleiros costeiros (porções mais altas) são constituídos de uma litologia arenosa, e a erosão e o transporte de sedimentos de consequentes atividades antrópicas naturalmente atinge a planície costeira (Gomes, 2002).

Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi realizar o mapeamento, delimitação e classificação da paisagem da planície e tabuleiros costeiros entre Ilhéus e o distrito de Olivença, bem como áreas adjacentes utilizando-se da espacialização das informações através de um Sistema de Informações Geográficas – SIG e discutir os agravantes ambientais do processo de antropização em áreas sobre as duas unidades. Esse tipo de análise e posterior visualização do cenário ambiental local são decorrentes do uso do Sensoriamento Remoto, técnica a qual permite explicitar as transformações locais, os tipos de atividades desenvolvidas e a cobertura vegetal atual.

Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

As áreas em estudo nesta pesquisa são a planície e tabuleiros costeiros ocorrentes na zona sul da cidade de Ilhéus que se estendem até o distrito de Olivença, numa extensão de aproximadamente 15 km, como mostra a Figura 1. O clima local segundo a classificação de Koppen (1948) é Af, clima tropical de floresta, sem estação seca definida com precipitação histórica média anual entre 1800 e 2200 mm. A vegetação nativa é a Mata

Atlântica, especificamente florestas ombrófilas perenifólias com árvores de dossel atingindo até 50 m de altura e um sub-bosque de densos arbustos. Em sistemas de interação continente-mar, são presentes também manguezais, restingas e pântanos salgados. Na planície, são predominantes os Argissolos Vermelho-Amarelo distrófico; os Latossolos são predominantes nos tabuleiros (Lobão et al, 2004).

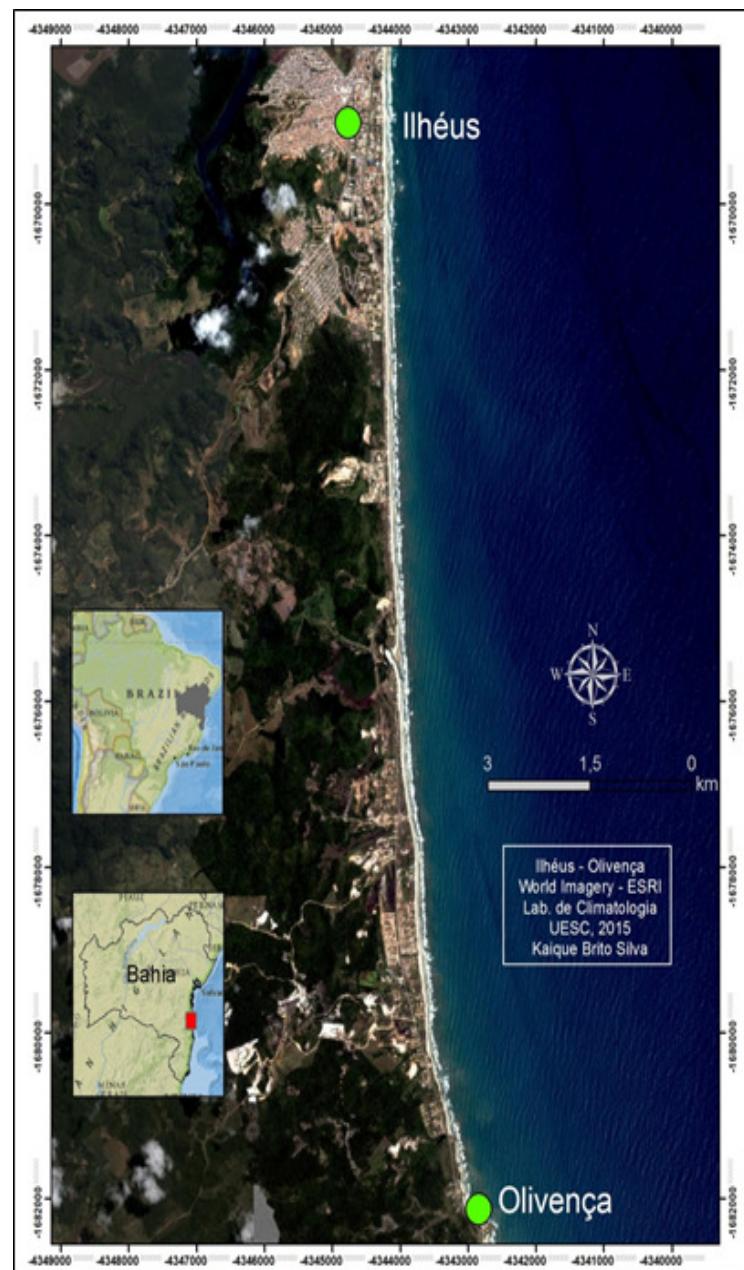


Figura 1 – Ilhéus Olivença
Fonte: World Imagery, 2015

Os tabuleiros costeiros e a planície costeira representam também os dois grandes domínios geológico-geomorfológicos presentes nesta área. Segundo Martin (1974) e Souza et al. (2005), este trecho é caracterizado pelo aparecimento dos sedimentos da Formação Barreiras e depósitos arenosos costeiros, gerando a presença de Neossolos Quartzarêncios e Espodossolos.

Os tabuleiros costeiros são constituídos por sedimentos arenoso-argilosos de idade terciária do Grupo Barreiras, enquanto a planície costeira de Ilhéus é formada por sedimentos quaternários de origem marinha e fluvio-estuarina, incluindo aí terraços marinhos, terraços lagunares, terras úmidas (mangues, pântano salgado e brejos) e praias. Na desembocadura do rio Cururupe, tem-se um dos poucos locais do litoral de Ilhéus que apresenta um desenvolvimento razoável (cerca de 8 km de largura em relação ao oceano) da planície costeira.

2.2 - Levantamentos em campo

Considerando o conhecimento prévio sobre as características ambientais da zona (Senna, 2012), o deslocamento até os locais que formam as classes de uso do solo analisadas foram realizadas no intuito de reconhecimento e georreferenciamento de áreas com feições não esclarecidas nas imagens de satélite. Para isso, utilizou-se *GPS's Garmim Oregon 550*, com precisão de um metro, e registro de dados sobre a paisagem adjacente de cada ponto.

2.3 - Classificação da paisagem

Para atribuição de tipologia de cobertura vegetal e de uso e ocupação do solo em cada uma das unidades de paisagem mapeadas, utilizou-se o método de classificação apresentado no projeto “Geoprocessamento Aplicado ao Planejamento da Paisagem do Mini corredor Ecológico PESC - Boa Esperança”, executado pelo Instituto Floresta Viva (Pesc, 2012).

Optou-se por tal modelo pelo fato do mesmo ter sido montado visando uma conectividade entre os trabalhos relacionados ao uso do solo e cobertura vegetal da região. Isso significa que as classes adotadas para a composição da paisagem de uso do solo são características da região Sul da Bahia, com padrões de paisagem relacionados à cobertura vegetal natural e também atividades antrópicas.

As classes apresentadas pelo método de classificação da paisagem são: Superfície Aquática: áreas mapeadas representativas do sistema de drenagem local; Áreas Degradadas: áreas degradadas de solo exposto, ocasionadas pela supressão da cobertura vegetal induzidas por diferentes tipos de atividades antrópicas; Áreas Antropizadas: áreas antropizadas pela presença de residências e benfeitorias das propriedades rurais; Áreas Úmidas: áreas úmidas associadas a várzeas e planícies de inundação da rede de drenagem local; Cultivos Diversos: áreas de cultivo diverso caracterizadas pela ocorrência de leiras de plantio; Pasto sujo: área com predomínio de vegetação rasteira contendo porções arbustivas destinada à produção pecuária com criação de gado ou outros animais; Pastagens: área de vegetação rasteira destinada à produção pecuária com criação de gado ou outros animais; Floresta/Cabruca: A floresta refere-se à vegetação primária ou secundária de Mata Atlântica, relacionadas com as áreas de mata ciliar, de floresta ombrófila e de floresta estacional semidecidual; A cabruca é um sistema agroflorestal de cultivo de cacau no sub-bosque das florestas regionais. Na escala de trabalho adotada, as duas classes apresentam a mesma feição na paisagem.

2.4 - Geoprocessamento

O geoprocessamento da pesquisa foi realizado no ambiente do Software de SIG *ArcGis 10.1*, módulo *ArcMap* e seus *scripts* de análises espaciais. Obteve-se a identificação e mapeamento de áreas homogêneas observando à textura da vegetação, uso do solo e topografia. Os arquivos que compõem a análise espacial para delimitação da planície costeira e classes de uso do solo foram: Imagem IKONUS de resolução 1:1m do ano de 2014; modelo digital do terreno (MDT) TOPODATA (Valeriano, 2005), especificamente a folha ZN_S405 com resolução espacial de 30 metros; *Shapefile* da Geomorfologia do Litoral Sul; Mapa Geológico do Quaternário Costeiro da Bahia (escaneado) da CBPM do ano de 1980 em escala 1:100.000. Essa ultima base de informações, é relativamente deficiente de detalhes para uma análise regional, servindo apenas como referência geoambiental para o novo mapeamento.

Foi criado um *shapefile* de recorte, onde as bases utilizadas foram sobrepostas e recortadas somente para a área entre Ilhéus e Olivença. Assim, a representação

ficou sobreposta aos aproximados 15 km entre as localidades ao longo da costa. A planície Costeira tem seus limites a oeste com os tabuleiros costeiros do grupo Barreiras e assim, optou-se para a sua delimitação ideal pelo percorrido sobre as áreas de mudança hipsométrica, onde as curvas de nível acima de 8 metros correspondiam ao fim da área de planície e início dos tabuleiros costeiros. Esse método é possível através da escala do MDT TOPODATA.

O uso do solo, como apresentado, é compreendido através da identificação de características paisagísticas apresentadas pela imagem de satélite, que no caso do presente trabalho, optou-se por uma IKONOS de alta resolução (1:1m). A diferenciação de classes na paisagem se torna possível devido às diferentes respostas espectrais das colorações que compõe as paisagens naturais (cobertura vegetal), degradadas e antropizadas (construções em geral). Detectadas as classes de uso do solo, *shapefiles* em forma de polígonos

foram criados sobre as mesmas, possibilitando ao final uma representação temática (em cores).

Resultado e Discussão

3.1 Mapeamento

Tendo em vista que o comportamento topográfico dos resquícios de depósitos marinhos (planícies costeiras e outras formações fluvio-marinhais) e do Grupo Barreiras se manifestam de forma homogênea na paisagem, o método mais apropriado (em ambiente de SIG) para a obtenção dessas cotas altimétricas foi um *overlayer* sobre os dados fototopográficos em escala 1:30.000 disponíveis no Modelo Digital do Terreno (MDT) TOPODATA.

Esse método permitiu a análise da paisagem sombreada do MDT, conforme apresentado na Figura 2, possibilitando avaliar a distribuição das diferentes

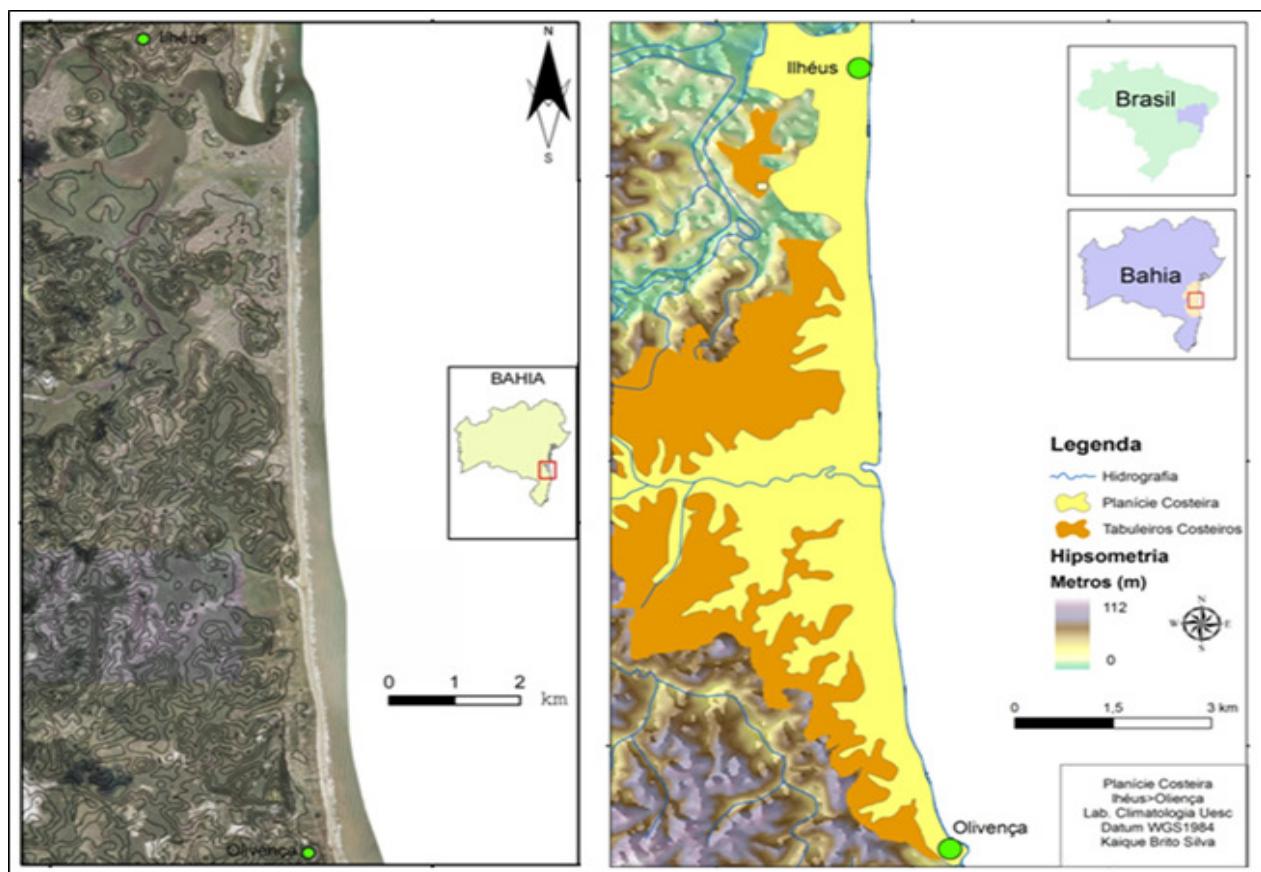


Figura 2 - Curvas de nível extraídas do TOPODATA (esquerda); Mapa final da planície Costeira (direita). Fonte: Elaborado a partir de dados TOPODATA – www.topodata.org/ acesso. (2014)

classes hipsométricas na área em estudo. A classe hipsométrica com valores de altitude entre o atual nível do mar até a cota 8 m corresponde às áreas de ocorrência da planície costeira, que se estende desde a zona sul de Ilhéus até Olivença, segundo em paralelo os sopés do relevo de morros e serras e tabuleiros encontrados nas proximidades da área de estudo.

3.2 Uso do Solo

Considerando que o uso do solo é uma combinação de um tipo de uso (atividade) e de um tipo de assentamento (edificação) (Botelho, 1999), admite-se uma variedade do mesmo tão grande quanto as atividades da própria sociedade *in loco*. Em primeiro nível de observação, escala de nível regional, a imagem de satélite utilizada apresenta algumas diferenciações de fácil percepção na paisagem. Trata-se de um panorama que revela nitidamente as áreas antropizadas, sistemas rurais e principalmente a Mata Atlântica e a Cabruca. Em segundo momento, com foco direcionado a alguma porção de terreno, é possível identificar elementos como plantações, pastagens, áreas úmidas e corpos d'água (Figura 3).

A Tabela 1 mostra as dimensão de cada classe de uso do solo mapeadas sobre a planície e tabuleiros costeiros da área em estudo:

Tabela 1 – Área (em km²) de cada classe identificada

Classe	Área
Superfície Aquática	0,6 km ²
Área Antropizada	13,0 km ²
Área Degradada	4,6 km ²
Pastagem	7,8 km ²
Áreas úmidas	2,3 km ²
Cabruca	32 km ²
Floresta	18,0 km ²
Cultivos diversos	1,4 km ²

Em relação à presença das áreas antropizadas, a grande ocorrência identificada ao longo da área de estudo é reflexo do crescimento da ocupação habitacional na zona sul de Ilhéus, fomentado principalmente pela valorização imobiliária de terrenos a beira mar. É um processo contínuo desde a segunda metade do século XX. A região sofreu uma estagnação econômica após

uma degradação biogenética das lavouras cacaueiras na década de 1970. Por conta disso, o desenvolvimento foi pautado em atividades alternativas como o turismo e a construção de hotéis, o surgimento de lotes imobiliários e condomínios litorâneos, definidos como vetores de crescimento que consequentemente se instalaram sobre a planície costeira.

Em relação ao sistema agroflorestal Cabruca, as áreas identificadas fazem parte de resquícios de cultivos outrora dominantes na área de estudo, por ter sido no fim do século passado a principal atividade

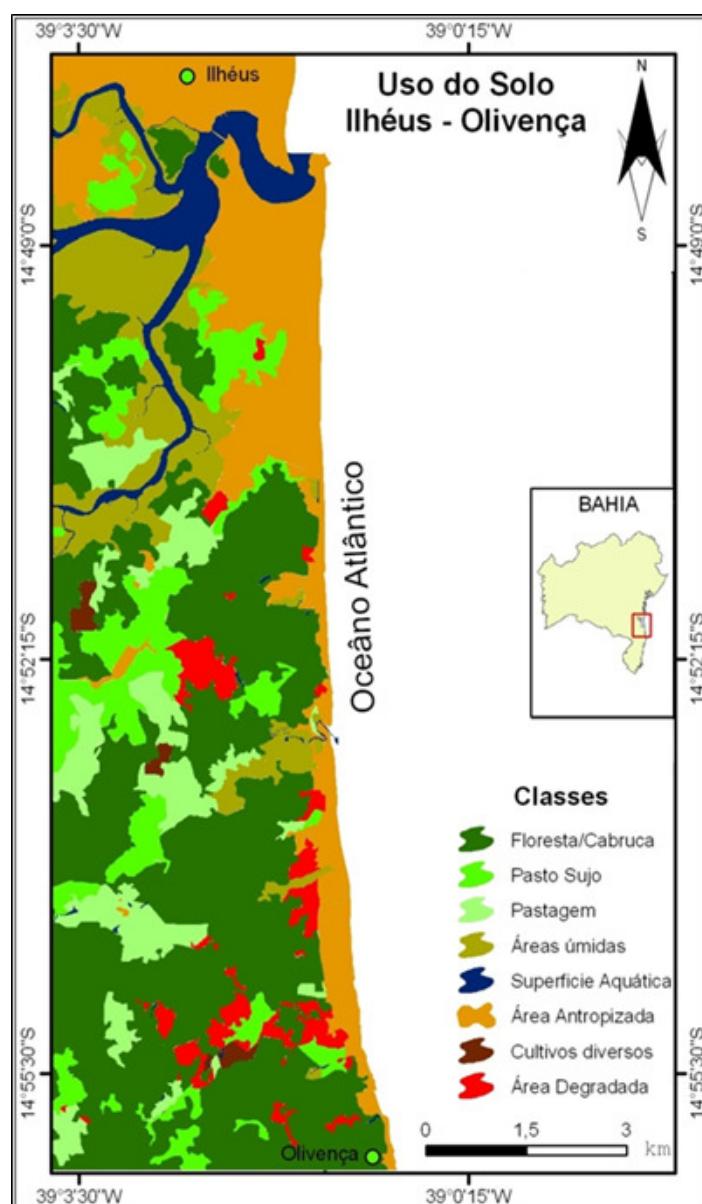


Figura 3 – Mapa gerado com as classes de uso do solo identificadas.

econômica regional. Entretanto, é a classe predominante na paisagem da área de estudo. A presença de fragmentos florestais de tamanhos majoritários se apresenta em áreas consideradas inapropriadas para cultivos de cacau e locais de extração de areia para construção civil. Ocupam terrenos de relevo relativamente acidentado, encostas e topos arenosos do grupo Barreiras (tabuleiros). Tal característica de fragilidade ambiental contribuiu para que na área central do trecho de estudo atualmente se encontre uma unidade de conservação do tipo Área de Proteção Ambiental (APA), que é a APA do Cururupe.

As áreas de pastagens e cultivos diversos são basicamente propriedades de cooperativas regionais e pequenos agricultores ilheenses que investiram em atividades agropecuárias alternativas, como criação de gado e plantações frutíferas, frisando que na área de estudo existem microempresas produtoras de polpa de frutas e doces artesanais.

As áreas úmidas são brejos e alagadiços intermitentes ou permanentemente inundados, geralmente associados à pântanos salgados (áreas inundadas em marés agudizadas), manguezais ou porções topográficas que favorecem o acúmulo de água escorrida superficialmente. As áreas degradadas são áreas de supressão da vegetação e retirada de areia e cal, melhor abordada no tópico seguinte.

3.3 - Mudanças Ambientais

Mesmo não oferecendo recursos de grande relevância mineral, alguns locais nos tabuleiros costeiros da zona sul de Ilhéus são bastante explorados para extração de areia de construção civil. Cabe frisar que em algumas partes, a areia não se encontra em estratigrafia acessível ou simplesmente apresentam mistura com outros elementos do solo que não propicie a sua retirada. Dessa forma, inicia-se uma extração mais frequente e em grande quantidade desse recurso, formando verdadeiras minas chamadas de “areais”, muitas vezes de estratigrafia profunda e apresentando grande área de operação. A criação desses locais de extração se tem mostrado um processo bastante degradante ao ambiente florestal, e pelo menos no trecho mapeado durante o estudo, inúmeras voçorocas, zonas de erosão, lixiviação e transporte de sedimentos formam-se ao longo da rodovia BA 001 (Figura 4).

A vegetação de restinga é a que mais apresentou redução de ocorrências, mesmo sendo totalmente propício o seu desenvolvimento nesse tipo de terreno. Essa perda é derivada principalmente do processo de imobiliarização das zonas praianas, que, quando não estão sendo ocupadas ou em processo de construção, estão servindo de espaços de entretenimento como campos de recreação, gramados e bosques (Senna, 2012). Com a intensidade da retirada da vegetação dos tabuleiros costeiros, o



Figura 4 - Local para extração de areia (A); Avanço do desmatamento no tabuleiro costeiro (B).

processo de erosão encontra certa facilidade para esculpir o terreno formado por substrato de granulometria totalmente arenítica. Todos os pontos de degradação abordados apresentam feições erosivas na paisagem, característica da constituição arenosa, (figura 4).

Dessa forma, as zonas de degradação aumentam concomitantemente com esse processo erosivo, aumentando assim a área de impactos causados pela retirada da vegetação nativa. Segundo Souza et al. (2005) a degradação de áreas sedimentares entre a planície e os tabuleiros costeiros é de difícil reversão considerando as propriedades nutritivas do solo.

Considerando que o conceito de meio ambiente atualmente também é aplicado a ambientes antropizados (Folledo, 2000), sabe-se que os impactos ambientais atingem também os redutos urbanos. No caso de Ilhéus, especificamente na zona sul da cidade, quatorze bairros se instalaram sobre a planície costeira que, como explanado, é considerada ideal para construções de bairros e loteamentos pela suas características topográficas. Atualmente são 309 arruamentos instalados sobre o substrato arenoso, o que significa 73% do total de ruas da zona sul de Ilhéus, segundo a Base Cartográfica Municipal do ano de 2013. A figura 5 mostra o arranjo linear das ruas sobre o substrato arenoso.

Os problemas na infraestrutura urbana causados pela ocupação da planície costeira são constantes. Uma vez identificados, servem como indicadores da sua fragilidade ambiental, o que promove a planície para zonas indevidas para ocupação urbana, mesmo sendo a atual área de especulação imobiliária Ilheense.

Nos quatorze bairros sobre a mesma, foram detectados: formações de buracos nas vias causados pela não consolidação do asfalto sobre a areia; deslocamento

e des-configuração de meio-fios e paralelepípedos; inclinação de postes de energia elétrica e outros suportes de comunicação, como antenas; rachaduras na estrutura de residências causadas pela movimentação das vigas; entupimento de fossas devido à alta permeabilidade hídrica dos Neossolos Quartzarênicos em tempo chuvoso. Todos esses problemas tendem a ser frequentes enquanto as cidades avançam sobre as zonas costeiras (Alonso et al, 2007). Figura 6.

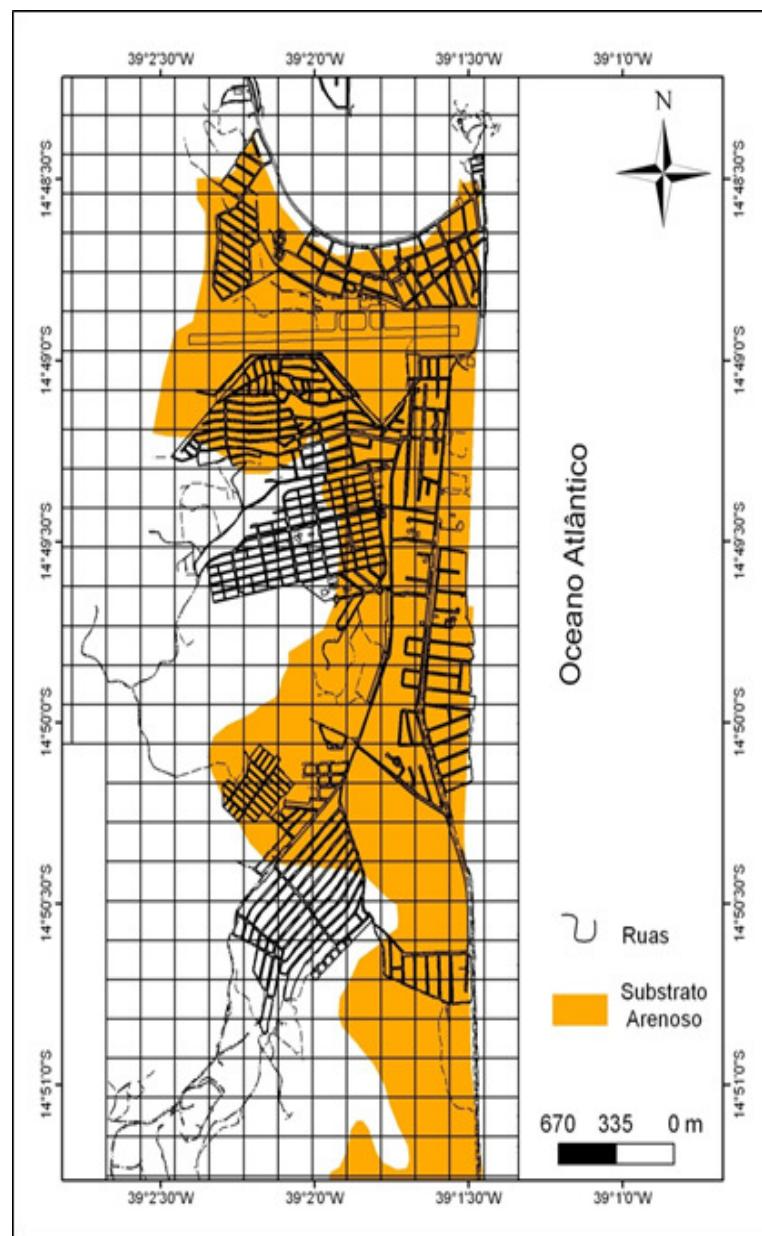


Figura 5 – Arruamentos sobre a planície costeira.



Figura 6 – A) Poste inclinado no Bairro Nelson Costa; B) Cavidade formada na rodovia BA 001.

Conclusões

O método de mapeamento da Planície Costeira e áreas limítrofes apresentado demonstrou que, a partir do cruzamento de informações cartográficas, mais os levantamentos de campo, em ambiente de SIG, foi possível uma delimitação atual e detalhada desses substratos, revelando assim mais informações a nível local da área de estudo condizente com os mapeamentos realizados anteriormente.

Com a delimitação das unidades de paisagem a partir do uso do solo, observou-se que diversas atividades antrópicas sobre os Tabuleiros Costeiros podem ocorrer sem maiores danos aos mesmos e a Planície Costeira, desde que os processos não considerem o desmatamento como integrantes de tais atividades, pois a supressão da vegetação acarreta em problemáticas que alteram a formação e direção dos cursos d'água, crescimento de voçorocas e áreas degradadas e perturbações nas edificações que compõem as áreas antrópizadas.

Mesmo apresentando uma planície pouco desenvolvida em seu litoral sul, o município de Ilhéus é composto por bairros, distritos e empreendimentos que estão sobre a Planície Costeira, demandando assim vistorias frequentes e diretrizes urbanas por parte dos

órgãos de infraestrutura e urbanismo, a fim de evitar ou mitigar danos por intervenções inadequadas nos substratos arenosos.

Tendo em vista que concomitantemente a esse trabalho se discutem, por parte dos poderes públicos e privados, diversas obras de infraestrutura para o município de Ilhéus, essa pesquisa agrupa informações fundamentais ao arcabouço científico regional que podem auxiliar intervenções nas unidades de paisagem estudadas, podendo assim evitar maiores danos ao patrimônio público e também privado.

Agradecimentos

A fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB pelo financiamento; A Universidade Estadual de Santa Cruz pelo apoio logístico; Ao laboratório de Climatologia da UESC, pela disponibilidade de Softwares, aparelhos de trabalho em campo e dados cartográficos.

Literatura Citada

- ALONSO, J. A., et al. 2007. Estudo dos edifícios inclinados na orla de Santos. Revista Ceciliiana (Brasil) nº. 28:13-28.

- BOTELHO, R. G. M. 1999. Planejamento Ambiental em Microbacia hidrográfica. In: Guerra, A. J. T. et. al., org. Erosão e conservação dos solos. Conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro, RJ, Bertrand Brasil. pp. 269-300.
- CARRASCO, A. R., et al. 2008. An evolutionary categorization model for backbarrier environments. *Marine geology* 251:156-166.
- COOPER, J. A. G. 1994. Lagoons and microtidal coasts. In: Carter, R., Woodroffe, C., eds. Coastal evolution: late quaternary shoreline morphodynamics. Cambridge press. pp. 121-186.
- DEINA, M. A. 2011. Variação morfológica do cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu (ES) *Revista Geografas (Brasil)* nº9: 203-230, jul./dez.
- DOMINGUEZ, J. M. L., et al. 1986. Roteiro de Excursão geológica a planície costeira do Rio Jequitinhonha (b.4) e turfeiras associadas. *Revista Brasileira de Geografia Física* nº13:201-235.
- DOMINGUEZ, J. M. L. 1982. Evolução Quaternária da planície costeira associada á foz do rio Jequitinhonha (BA): influência das variações do nível do mar e da deriva litorânea de sedimentos. Dissertação de Mestrado. Salvador, BA,UFBA. 73 p.
- DOMINGUEZ, J. M. L; BITTENCOURT, A. C. S. P. E; MARTIN, L. 1981. Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (se al), Jequitinhonha, BA, doce, ES e Paraíba do Sul ,RJ. *Revista Brasileira de Geociências* 11 (4):227-237.
- FOLLEDO, M. 2000. Raciocínio Sistêmico: uma boa forma de se pensar o meio ambiente. *Ambiente & Sociedade (Brasil)* 3(6/7):105-143.
- FORNARI, M.; GIANNINI P. C. F; JUNIOR; D. R. N. 2012. Facies associations and controls on the evolution from a coastal bay to a lagoon system, Santa Catarina Coast, Brazil. *Marine Geology* 56-68.
- GEORGE, P. 1983. Geografia urbana. Paris, Editora Eiffel.
- GOMES, F. H. 2002. Caracterização de solos de manguezais e de restinga no Município de Ilhéus-Bahia. Dissertação de Mestrado. Viçosa, MG, UFV. 96p.
- JACKSON, N., et al. 2002. 'Low energy' sandy beachesmarine and estuarine environments: a review. *Geomorphology* 48:147-162.
- KÖPPEN, W. 1948. Climatologia. Mexico, Editora do Fondo de La Cultura Economica. 133p.
- LOBÃO, D. E.; SETENTA, W. C.; VALLE, R. R. 2004. Sistema Agrossilvicultural Cacaueiro - modelo de agricultura sustentável. *Agrossilvicultura (Brasil)* 1(2): 163-173.
- MARTIN, L. 1974. "Formação das Planícies Costeiras". In: Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul-Sudeste Brasileira, Estrutura, Função E Manejo, 2º. Anais. Águas de Lindóia, SP.
- MASSAD, F. O. S. 2008. Edifícios de santos e a história geológica da baixada santista. In *GEOSUL.5º. Anais*. Porto Alegre. V. 1.
- MORALES, W. F. 2005. 12.000 Anos de ocupação: um estudo de Arqueologia regional na bacia do córrego Água Fria, médio curso do rio Tocantins. Tese de Doutorado. São Paulo, SP, MAE/USP.
- NORDSTROM, K. F., et al. 1996. Hydrodynamics and beach change on a micro-tidal lagoon shoreline. In: Nordstrom, K. F., Roman, C. T., eds. Estuarine shores: evolution, environments and human alterations. wiley, sussex. pp. 213-232.
- PESC. 2012. Geoprocessamento aplicado ao planejamento da paisagem do mini-corredor ecológico PESC Boa Esperança. Ilhéus, BA. Relatório de Pesquisa.
- SENNA, N. 2012. Restingas de Ilhéus: caracterização, uso, ocupação e problemas ambientais. In Encontro Nacional de Geógrafos. Anais. Belo Horizonte, MG.
- SOUZA, C. R. de G.; LOPES, E. A.; XAVIER, A. F. 2005. Mapa de vegetação nativa de planície costeira e baixa-média encosta e estados de alteração, para o litoral norte de São Paulo (Projeto SIIGAL). In: Simpósio Regional de Recuperação de Áreas Degradadas. Anais. São Vicente. CD-ROM.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L. 1976. Mecanismos de Gênese das Planícies Sedimentares Quaternárias do Litoral do Estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29. Anais. OuroPreto, MG. vol. 1, parte 2. pp. 295-305.
- TROIANI, B. T., et al. 2011. The importanceof sea-level and climate change, including changing wind energy, on the evolution of a coastal estuary: CopanoBay, Texas. *Marine Geology* 280:1-19.
- VALERIANO, M. M. 2005. Modelo Digital de Variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.12º. Anais. Goiânia, GO, sistema agroflorestal de cultivo de cacau no sub-bosque da floresta; Floresta. pp. 1-8. ●

VARIAÇÃO SAZONAL DO PREÇO E DA PRODUÇÃO DO CACAU NA BAHIA - 2003 A 2014

Antonio César Costa Zugaib^{1,2}, Ricardo Candéa Sá Barreto², Lindolfo Pereira dos Santos¹

¹CEPLAC/CEPEC, Rod. Ilhéus-Itabuna, km 22, Ilhéus, Bahia, 45600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil. zugaib@ceplac.br.

²Universidade Estadual Santa Cruz - UESC. Rodovia Jorge Amado, km 16 - Salobrinho, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil. ricardocandea@yahoo.com.br.

A sazonalidade é uma característica típica do setor agrícola e ela diz respeito à variação na produção ao longo dos meses do ano. A produção de cacau tem um comportamento muito instável durante o ano. Isto significa que a produção e a oferta se concentram em determinados meses do ano, com consequências sobre os preços recebidos pelos produtores, os custos de transporte, armazenamento e processamento. O objetivo geral deste trabalho é descrever e discutir como têm se comportado, o preço recebido pelos produtores baianos de cacau, assim como, a evolução da produção comercializada de cacau na Bahia no período entre 2003 e 2014, através do estudo da sazonalidade dos mesmos. A sazonalidade dos preços decorre do fato de que a produção de cacau na Bahia é estacional, ou seja, concentrada em alguns meses (junho, julho, outubro e novembro). Devido a uma maior oferta nesse período, observa-se que os preços apresentam valores mais baixos que na época da entressafra (janeiro a março). Foi observada correlação entre o preço médio anual e a produção de cacau no período analisado refletindo claramente uma associação linear negativa moderada entre as variáveis ($r = -0,49846$), confirmando a variação oposta entre as mesmas.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, sazonalidade de preço, comportamento da produção, índice estacional.

Seasonal variation of cocoa price and production in Bahia from 2003 to 2014.

Seasonality is a typical characteristic of the agricultural sector and it concerns the variation in production over the months of the year. Cocoa production is very unstable behavior during the year. This means that the production and supply are concentrated in certain months of the year, with consequences on the prices received by producers, transportation costs, storage and processing. The aim of this study is to describe and discuss how they have behaved, the price received by producers of cocoa from Bahia, as well as the evolution of cocoa marketed production in Bahia between 2003 and 2014, by studying the seasonality of the same. The seasonality of prices stems from the fact that cocoa production in Bahia is seasonal, ie concentrated in a few months (June, July, October and November). Due to a greater supply in this period, it is observed that prices have lower values than during the off season (January to March). Correlation was observed between the average annual price and cocoa production in the period analyzed clearly reflecting a moderate negative linear association between the variables ($r = -0.49846$), confirming the opposite variation between them.

Key words: *Theobroma cacao*, seasonality of prices, production behavior, seasonal index.

1. Introdução

A forma como se produz cacau em amêndoas no sul da Bahia é intimamente dependente de alguns elementos como o clima e a forma de manejo, que limitam ou oneram o custo de produção deste cultivo.

Este desenho de produção afeta diretamente o mercado, em especial as empresas de venda de insumos agrícolas e os agricultores, que diante dos custos de transporte, armazenamento e processamento negociam o produto em períodos historicamente de maior oferta, ou seja, de preços menores.

As buscas por adubos, inseticidas e fungicidas dentre outros, apresentam uma queda no período de entressafra, o que afeta diretamente o fluxo de caixa das empresas do ramo e, consequentemente, a receita. Estratégias para contornar esse problema devem ser estudadas para que possam ser adotadas pelos empresários agrícolas.

A escolha da cadeia produtiva do cacau como objeto de estudo neste trabalho surgiu pelo fato das frequentes discussões sobre “preços recebidos pelos produtores”, “comportamento da produção”, entre outras, e por representar grande importância entre os participantes do setor do cacau.

Portanto, estudar a cadeia produtiva do cacau, no enfoque da produção e do preço é o primeiro passo para a solução deste problema, tornando-se possível auxiliar os agentes produtivos no desafio de ajustar ou equilibrar a oferta e a demanda do cacau em amêndoas e de seus insumos principais. O objetivo geral deste trabalho é descrever e discutir como têm se comportado o preço recebido pelos produtores baianos de cacau, assim como, a evolução da produção comercializada de cacau na Bahia no período entre 2003 e 2014, através do estudo da sazonalidade dos mesmos.

Além desta parte introdutória, o presente artigo apresenta na seção II a fundamentação teórica sobre sazonalidade envolvendo o ciclo de produção e os fatores ecofisiológicos que afetam o cacaueiro; na seção III a metodologia e aplicação dos métodos nos dados coletados; na seção IV está a análise e a discussão de sazonalidade do preço e da produção de cacau; e na última é apresentada a conclusão.

2. Sazonalidade e os fatores que influenciam na sazonalidade da produção e dos preços do cacau em amêndoas.

A sazonalidade é uma característica típica do setor agrícola e ela diz respeito à variação na produção ao longo dos meses do ano. No Brasil, a maioria das lavouras é plantada na primavera e colhida no fim do verão ou no outono. Isto significa que a produção e a oferta se concentram em determinados meses do ano, com consequências sobre os preços recebidos pelos produtores, os custos de transporte, armazenamento e processamento. Por exemplo, mais da metade da produção de algodão, de arroz, de soja e de milho são colhidos nos meses de março e abril. Produtos como cacau e café têm suas produções concentradas em junho e julho, e o trigo entre setembro e novembro. Segundo Mendes (1998) percebe-se que as flutuações dos preços dos produtos agrícolas resultam da demanda inelástica, da oferta instável e da produção sazonal.

De acordo com Brandt (1980) as variações estacionais ou sazonais de preços agrícolas são de previsão bem mais fácil que as de curto prazo, porque a produção agrícola é altamente estacional. Ocorrem também flutuações estacionais na demanda. A extensão da variação estacional de preços depende do custo de estocagem do produto ou, caso o produto não seja estocável, do custo marginal de produção e transporte do produto na entressafra. Inúmeros estudos foram conduzidos no país, visando determinar os padrões de sazonalidade de preços dos produtos agrícolas. Estes padrões são de grande utilidade, na formulação de políticas de estocagem, em nível de produtor, intermediário e executivo público. Conhecido o padrão de estacionalidade de preços e o custo acumulado de estocagem, ao longo da entressafra, podem-se determinar os períodos viáveis e ótimos (de máximo lucro) de estocagem de produtos.

A produção agrícola apresenta especificidades devido a forte dependência de fatores climáticos, luminosidade e temperatura. De acordo com Ribemboim (2006) citado por Bento e Teles (2013), a perecibilidade, homogeneidade, sazonalidade de oferta, riscos climáticos, baixa elasticidade da demanda e rigidez de oferta são características intrínsecas à produção agrícola e seus produtos.

Esses fatores fazem com que as produções apresentem limitações e inviabilização tanto econômica como cultural em determinada época do ano. Este fato é facilmente perceptível quando se observa no meio agrícola os termos safra e entressafra.

Santos et al. (2007) citado por Bento e Teles (2013) afirmam que a safra corresponde ao período produtivo, em que se possui as condições ideais (ou necessariamente mínimas) para a produção e a entressafra é o período ocioso entre uma safra e outra, considerando o chamado “ano agrícola”.

Trombeta (2011) citado por Bento e Teles (2013) afirma que a sazonalidade não ocorre somente no mercado de produtos agrícolas, mas também no mercado de insumos. Em sua análise, observou que mesmo a cultura do milho, sendo cultivada em dois ciclos por ano, safra e entressafra, os insumos necessários para os tratos culturais (defensivos, adubos, entre outros) apresentam uma queda de 12%. Essa é refletida, muitas vezes, no caixa das empresas do ramo de insumos agrícolas.

Assim, observa-se que o mercado de insumos apresenta oscilações inerentes à atividade agrícola. Métodos e estratégias no sentido de contornar esse problema é um dos desafios dos gestores atuantes na comercialização destes produtos.

Além dos índices de maior abrangência, surgiram também os índices exclusivamente voltados para o acompanhamento das variações de preços de produtos e insumos agrícolas para esse setor da economia que são o Índice de Preços Recebidos (IPR) e o Índice de Preços Pagos pelos agricultores (IPP).

Para Margarido (2000) citado por Carvalho et al. (2008), o setor agrícola é o que apresenta maior grau de sensibilidade diante de choques de oferta e de demanda em razão de suas especificidades. No caso de choques de oferta, fatores de ordem climática, tais como, geada, excesso de chuvas, incidência de pragas, etc., podem contribuir para a alteração da quantidade ofertada de produtos agrícolas, e consequentemente, ter reflexos sobre o nível de preços da economia. Pelo lado da demanda, os preços do setor agrícola também são influenciados pelas mudanças dos rumos da política econômica, tais como alterações nas alíquotas de importações, taxa de câmbio, política monetária, etc.

Segundo Varaschin et al. (2004) citado por Carvalho et al. (2008), os índices de preços agrícolas se destinam

a refletir evolução dos custos e receitas na produção agrícola vis-à-vis os de outros setores econômicos. Existem dois conjuntos de preços relativos: o da receita gerada no setor agropecuário (IPR), que reflete a receita bruta ou o valor da produção, e o outro preço é a despesa dos produtores rurais no processo produtivo (IPP), que pode ser considerado um índice de custo de produção ou um índice de preço de insumos.

2.1 Ciclo de frutificação ou período de colheita do cacaueiro

A frutificação começa com o aparecimento das inflorescências. As inflorescências se originam de gemas localizadas nas axilas das folhas. O cacaueiro possui dois tipos de gemas axilares: uma gema maior podendo ser vista a olho nu, conhecida como *gema principal*, e outra menor chamada de *subordinada* localizada em uma depressão no caule entre a gema principal e a inserção do pecíolo foliar. A gema principal origina somente ramo vegetativo, enquanto que a subordinada, normalmente, forma a inflorescência (Wheat, 1979) citado por Müller e Valle (2012). Há referências de indução da formação de ramos vegetativos originados da gema subordinada através da decapitação do broto da planta com a concomitante destruição da gema principal. O termo *almofada floral* é geralmente utilizado para se referir ao local onde aparecem as inflorescências. As almofadas florais permanecem ativas produzindo flores por muitos anos tornando-se, aparentemente, estéreis somente através de danos mecânicos ou pela incidência de doenças no córtex (casca).

As flores do cacaueiro surgem em grupos diretamente da casca no caule principal e ramos mais velhos, em locais que eram originalmente axilas das folhas. Cada flor tem cinco sépalas proeminentes de cor rosa, cinco pétalas menores amareladas, cada uma das quais dá forma a uma bolsa, um conjunto em espiral exterior de cinco estaminóides, e um conjunto espiralado interno de cinco estames duplos, cada estame com até quatro anteras. (Müller e Valle, 2012).

Em plantas jovens as flores são produzidas principalmente no tronco principal, mas em cacaueiros maduros a floração é mais intensa na copa, nos ramos com diâmetro superior a 1,0 cm. Em geral, no mesmo dia somente uma ou duas flores são encontradas abertas na mesma almofada floral, contudo, se as condições

são favoráveis à floração podem-se observar entre cinco a 10 flores abertas no mesmo dia. Um cacaueiro adulto pode produzir mais de 50.000 flores por ano. Destas apenas 5% (2.500 flores) serão efetivamente polinizadas. Das flores polinizadas somente 0,5 a 2% chegam a fruto maduro. O período necessário para o amadurecimento do fruto a partir da polinização da flor, a depender das condições de temperatura do ar, é de 4,5 a 6 meses (Alvim, 1977).

Os principais polinizadores naturais de importância econômica para o cacaueiro são algumas espécies de microdípteros do gênero *Forcipomyia* (Díptera, Ceratopogonidae). Trips, formigas e afídios podem eventualmente atuar como entomófilos, mas as mosquinhos do gênero *Forcipomyia*, pela sua forma e tamanho, são as mais eficientes em coletar o polén das anteras e transportá-lo para o estigma da flor (Chapman & Soria, 1983).

Observações sobre a sazonalidade da floração em diversas regiões produtoras de cacau mostram que a produção de flores é controlada, direta ou indiretamente, por fatores climáticos (Alvim, 1984). Isto pode ser facilmente comprovado pelo fato de que em regiões com definida sazonalidade de precipitação pluvial e/ou temperatura, a floração é mais reduzida ou até completamente inibida durante períodos muito secos ou chuvosos (Alvim, 1966). Por outro lado, em locais com períodos de chuvas bem distribuídas e sem grandes diferenças de temperatura, praticamente não existe sazonalidade na floração.

A hipótese da existência de fatores endógenos que interferem no processo da floração do cacaueiro surge não da tentativa da identificação de um estímulo químico da floração, mas de observações de estudos relacionados ao efeito da idade, correlações internas, anelamento e atividade cambial do cacaueiro (Müller e Valle, 2012). Por exemplo, a variabilidade sazonal da floração aumenta em proporção direta a idade da planta. Em regiões onde há flutuações sazonais da floração, esta flutuação é mais pronunciada em plantas maduras que em plantas jovens (Alvim, 1977). Isto pode estar relacionado ao microclima em torno das plantas maduras. Em plantas híbridas de cacau foi observado também o efeito expressivo da presença dos frutos sobre a floração (Müller et al, 1988).

Cazorla et al. (1989) caracterizou o perfil dos diversos estádios do lançamento foliar, da floração e do ciclo reprodutivo do cacaueiro no Estado da Bahia no período 1977/78-1987/88; observou entre os estádios de frutificação que o perfil de um estádio é praticamente determinado pelo perfil do estádio anterior. Que o perfil da bilração determina o perfil de todos os outros estágios da frutificação, concluindo que conhecido o perfil da bilração pode-se prever o perfil dos frutos maduros, ou seja, prever o desempenho da safra com aproximadamente cinco meses de antecedência. (Figura 1).

O crescimento do fruto e das sementes do cacaueiro é sigmoidal, isto é, apresenta três fases distintas: uma inicial ou exponencial onde o crescimento é

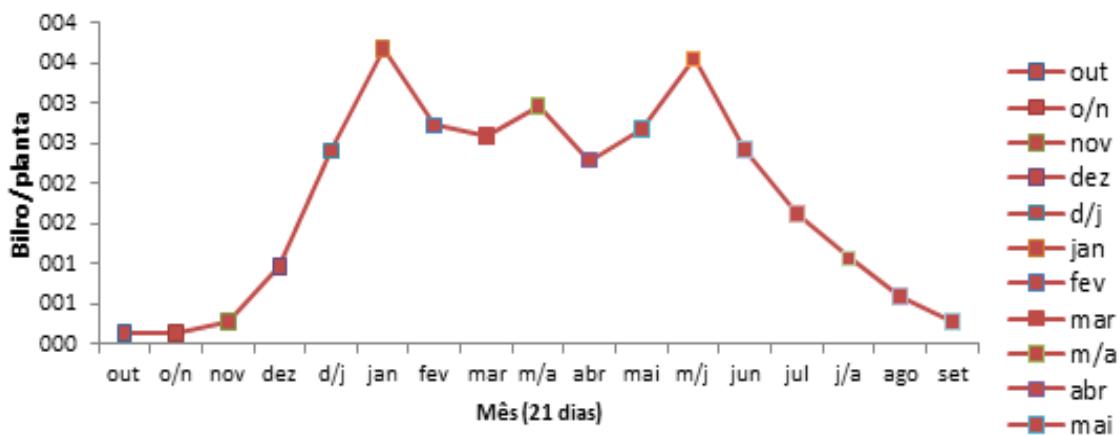


Figura 1 - Comportamento da quantidade de bilro por planta durante os meses do ano na Bahia. Fonte: Zugaib, et al. 2013.

relativamente lento, outra intermediária, em que o crescimento é acelerado e praticamente linear, e outra final em que o fruto se aproxima lentamente ao limite superior de acúmulo de matéria seca, que coincide com a maturação.

No fruto, estas fases têm durações diferentes de acordo com o material genético utilizado (Figura 2). A fase inicial, por exemplo, varia de 75 a 90 dias, a fase linear de 45 a 70 e a de maturação de 20 a 25 dias. Na fase linear o embrião intensifica e completa o seu desenvolvimento. Nesta fase, a taxa de acúmulo de matéria seca do fruto pode variar, em média, de 0,75 a 1,82 g/dia, dependendo do material genético, e está diretamente relacionada com a taxa de acúmulo e o período de enchimento. Este período varia de acordo com o genótipo de 120 a 170 dias (Almeida e Valle, 1995).

O período em que as condições climáticas são ideais para o cultivo do cacau em um determinado ano é considerado o período agrícola (na Bahia compreende o início de outubro até final de abril), em que se tem o período da safra principal. Esse período corresponde a bilhação cujo pico se dá em janeiro. O período de maio até setembro é tido como safra temporária. Corresponde a bilhação cujo pico se dá em junho. A entressafra corresponde ao período de janeiro a março, que está contida no período compreendido da safra principal para efeito de cálculo da produção do ano agrícola para as condições da Bahia.

2.2 Fatores ecofisiológicos que influenciam a produção do cacaueiro

A produção econômica do cacaueiro é o resultado de processos biossintéticos que são influenciados por fatores ambientais. Qualquer tentativa para melhorar a produção deve levar em consideração estes fatores e suas interações. O impacto relativo dos fatores ambientais sobre o crescimento e a produtividade do cultivo depende, em grande parte, da carga genética que determina as características fisiológicas e morfológicas da planta (Müller e Valle, 2012).

Neste sentido, dentre os fatores climáticos, a temperatura é fator crítico para o crescimento do cacaueiro. O regime pluviométrico, apesar de sua importância, pode ser suplementado com irrigação. A radiação solar e a umidade relativa do ar também interferem nos mecanismos fisiológicos da planta, contudo, não impõem limitações ecológicas ao seu cultivo, devido à possibilidade de modificar estes fatores através de manejo do sombreamento (Müller e Valle, 2012).

Quanto ao clima e manejo na Bahia observa-se que esses fatores comumente respondem pelo crescimento e produção do cacaueiro, assim como pela grande variabilidade interanual da produção (Almeida, 1986).

No caso do clima não existem estudos ou estimativas de ocorrência expressiva e significativa de alterações climáticas na região cacaueira da Bahia: mudanças de temperatura, precipitação, nebulosidade e outros fenômenos climáticos em relação às médias

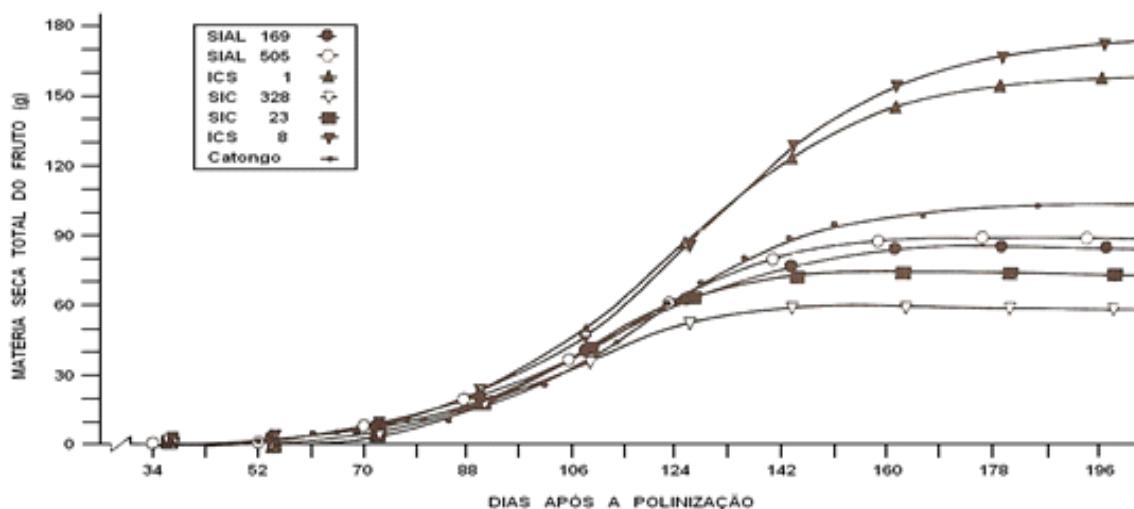


Figura 2. Materia seca de total de frutos de diferentes genótipos de cacau. Fonte: (Almeida e Valle, 1995).

históricas, a ponto de responder por esse desequilíbrio do sistema por mais de duas décadas. Por exemplo, alterações que mostrem que o período agosto-outubro por estar mais seco ou mais quente, influenciou no aumento significativo da evapotranspiração e provocou alteração no comportamento fisiológico dos cacaueiros, como a época do lançamento foliar ou da floração. O que se observa são apenas condições meteorológicas anormais que se verificam intra-anuais, num determinado ano agrícola.

No entanto, quanto ao efeito manejo, ao contrário do clima, pode-se admitir que a sua interação com o fator solo, produtividade, preço interno do cacau e ambiente de incerteza da atividade determina o nível de adoção das práticas culturais e, consequentemente, esse nível vem respondendo efetivamente sobre o rendimento do cacaueiro.

De um modo em geral as regiões onde o cacaueiro é cultivado, as variações climáticas durante o ano são relativamente pequenas. Apesar disto, observam-se grandes variações periódicas tanto na intensidade de crescimento vegetativo (fluxo foliar) como na intensidade de floração e, consequentemente, no ciclo de frutificação ou períodos de colheita. Para explicar tais variações têm sido formuladas diferentes hipóteses;umas dão ênfase à influência de fatores climáticos, outras ressaltam os fatores ecológicos ou correlações internas de crescimento e ainda outras admitem influência tanto de fatores exógenos como endógenos. (Müller e Valle, 2012).

● Temperatura

Como uma típica planta tropical, o cacaueiro é muito sensível a baixas temperaturas, razão pela qual, a maior parte das plantações comerciais encontra-se no trópico, entre as latitudes 20° N e 20° S. Apesar de não haver evidência experimental dos limites de tolerância térmica para o cacaueiro, a área representativa cultivada com esta espécie situa-se na faixa de 18 a 28°C de temperatura média mensal. (Müller e Valle, 2012). Em relação à temperatura mínima, Ernholm (1948) concluiu que o cultivo do cacaueiro está seriamente limitado em áreas com media mensal de temperatura mínima abaixo de 15°C ou com temperaturas mínimas absolutas de 10°C.

O desenvolvimento do fruto é fortemente influenciado pela temperatura em locais com grandes

diferenças sazonais (Alvim, 1977). Os frutos desenvolvidos nos meses com temperaturas mais altas completam a sua maturação em períodos mais curtos (140-175 dias).

Os frutos desenvolvidos nos meses mais frios alcançam sua maturação em períodos mais longos (170-205 dias). Para a cultivar Catongo na Bahia, Alvim, (1977), calculou o número de dias entre a fecundação da flor e a colheita do fruto utilizando a fórmula: $N = 2.500/(T-9)$. N é o período em dias entre polinização até maturação e T é a temperatura média diária após a data da polinização.

● Precipitação pluviométrica

O regime pluviométrico, ou mais precisamente a variação na disponibilidade de água para a planta durante o ano, é o fator responsável pelas diferenças nos padrões da produção. A maioria das regiões produtoras de cacau apresenta precipitação pluvial média anual de 1.400 a 2.000 mm, com três a cinco meses onde a perda de água por evapotranspiração excede a precipitação média. Em locais onde a estação seca é relativamente longa, como nos países do oeste da África, a colheita é concentrada em um período curto. Locais que não apresentam déficit hídrico, como no município de Uruçuca, Bahia, a colheita se estende por quase todos os meses do ano, com dois a três meses sem produção. (Müller e Valle, 2012).

Alvim (1988) relacionando dados de precipitação pluvial, temperatura e produção relativa de diferentes regiões produtoras de cacau, observou que o ciclo de produção de frutos do cacaueiro tem um padrão relativamente estável para cada região, distinguindo-se, durante o ano, períodos bem definidos de altas e baixas produções. A distribuição das chuvas é, em geral, considerada como o fator principal, contudo, outros fatores (temperatura, irradiação, altitude, etc) influenciam as características dessa curva. Em localidades com estação seca bem definida, as correlações entre produção e precipitação pluviométrica de alguns meses anteriores à colheita se mostram positivas. Por outro lado, em localidades onde as chuvas são bem distribuídas, especialmente quando há períodos com temperaturas relativamente baixas durante o ano, com médias mensais inferiores a 23°C, como na região cacaueira da Bahia, têm-se verificado que a temperatura tem uma influência decisiva sobre a distribuição das colheitas.

Áreas com pouca ou com épocas bem definidas de precipitação pluviométrica podem ser utilizadas para plantio do cacaueiro com o uso de irrigação. Estudos de complementação hídrica em Linhares, Espírito Santo, mostraram o efeito negativo da seca sobre a assimilação de carbono e a influência positiva da irrigação na correção desses efeitos (Augusto, 1997).

Os cacaueiros com irrigação apresentaram valores crescentes de assimilação de carbono com a elevação da radiação solar, tendendo a estabilizar-se em valores próximos de 5,6 $\text{pmol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$, aproximadamente 600 $\text{pmol fótons/m}^2\text{s}$. As plantas não irrigadas apresentaram valores crescentes até, aproximadamente, 250 $\text{pmol fótons/m}^2\text{s}$, estabilizando-se em torno de 3 a 4 $\text{pmol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$. Isto indica que a irrigação, naquele período, contribuiu para o aumento da assimilação de carbono a radiações mais elevadas. (Müller e Valle, 2012).

Apesar de a irrigação ser um fator importante na diminuição dos riscos e incertezas do cultivo, experimentos com variedades clonais visando determinar as mais tolerantes à seca mostraram que os clones SPA-5, SIAL-70 e TSH-516 podem ser cultivados em regiões de solos rasos e com veranicos esporádicos, quando enxertados em *Cacau Comum* (Almeida et al., 2002). Os clones apresentaram maiores amplitudes de ajuste osmótico, ocasionado principalmente pelo incremento na pressão osmótica em saturação plena e em plasmólise nula incipiente e ao aumento do valor do módulo global de elasticidade.

• Vento

As informações existentes sobre os efeitos do vento no cacaueiro são escassas. Em sua maioria, limitam-se a observações não sustentadas por dados experimentais, que relatam a pouca tolerância da planta às fortes correntes aéreas e uma consequente queima e perda prematura de folhas (Bondar, 1938). No cacaueiro existe ainda a dificuldade de separar os efeitos do vento e da radiação solar, este último fator considerado francamente desfavorável à planta quando em níveis intensos e quando há déficit hídrico. O principal efeito do vento excessivo é provocar a queda prematura das folhas com consequente desfolhação da planta (Müller e Valle, 2012). Para regiões com velocidade de vento acima de 2,5 m/s, como no

Recôncavo da Bahia, por exemplo, recomenda-se o uso de quebra vento provisório e definitivo para proteção dos cacaueiros (Müller e Pinho, 1992).

3. Metodologia

3.1 Sazonalidade dos Preços Agropecuários

Conforme Hoffman (1998) e Mendes e Padilha Junior (2007) a sazonalidade é um movimento sistemático dos preços, com flutuações periódicas relativamente regulares, que ocorrem a cada 12 meses (anualmente).

A sazonalidade dos preços decorre do fato de a produção agropecuária ser estacional, ou seja, de a colheita não ocorrer durante todo o ano, mas ser concentrada em apenas alguns meses (época da safra).

A determinação dos índices sazonais é um importante indicador na orientação sobre o período de estocagem do produto e sobre a época de venda. Essa determinação dos índices pode ser feita por meio de dois processos (Hoffman (1998) e Mendes e Padilha Junior (2007)):

a) Processo das somas

b) Processo das médias (aritmética e geométrica)

Para determinar os índices de estacionalidade, a série temporal foi decomposta por meio do recurso de médias móveis, relativo ao comportamento de uma série de preços mensais do produto. Faz-se necessário este procedimento, pois, segundo Hoffmann (1998), elimina flutuações periódicas apresentadas por uma série temporal.

Por ser mais comumente utilizado, serão feitas algumas considerações sobre o método das médias móveis aritméticas centralizadas, com o seguinte procedimento:

a) Primeiramente, há a necessidade de se possuir uma série mensal de preços agropecuários deflacionados (ou produção) para alguns anos (de preferência, não menos que 5 anos);

b) Calcula-se a média móvel centralizada (MMC), com a utilização da fórmula a seguir (Mendes e Padilha Junior (2007)):

$$MMC_i^{Tj} = \frac{\sum_{i=1}^{6-i+6} P_i^{Tj} + 1}{13} \quad (1)$$

Começando pelo mês de julho, temos o seguinte: soma-se os 6 meses anteriores à julho, julho e os 6 meses de preços posteriores, dividindo-se por 13.

A MMC permite filtrar as variações sazonais e aleatórias presentes nos dados originais.

c) A seguir, calcula-se o índice estacional simples (IES) para cada mês, o qual resulta da relação entre o preço do mês e a média móvel centralizada do respectivo mês, multiplicado por 100. IES = (Preço/MMC) x 100.

d) Em seguida, calcula-se a média dos índices estacionais para cada mês. (IES médio) = soma dos IES de cada mês/número de meses.

Com base nos preços reais mensais da arroba do cacau no sul da Bahia, 2003-2014 e da produção mensal, determina-se a sazonalidade pelo método da média aritmética móvel centralizada.

Se a média geral dos índices estacionais mensais não der 100, cada índice mensal deverá ser ajustado, multiplicando-o por um fator conveniente (que é igual a 100, dividido pela média geral dos índices estacionais); obtém-se, assim, os valores dos índices sazonais para cada mês.

Portanto, a diferença entre o índice estacional e o índice sazonal é que o segundo tem, por conceito, média dos 12 meses igual a 100.

Uma vez calculado o índice sazonal de preços, pode-se determinar a sua dispersão em relação ao índice calculado. Esse procedimento é chamado de índice de irregularidade, que é obtido calculando-se o desvio padrão entre cada índice estacional a sua média (Mendes e Padilha Junior (2007).

3.2 Coeficiente de Correlação de Pearson

A representação do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson¹ (amostral) entre as variáveis X e Y é a seguinte:

$$r = \frac{cov(X, Y)}{\sqrt{var(X)var(Y)}} \quad (2)$$

¹Desenvolvido por Karl Pearson, o coeficiente de correlação de Pearson é uma medida estatística/econométrica de associação bivariada do grau de relacionamento linear entre duas variáveis, que varia de -1 a 1. O sinal indica o resultado positivo ou negativo da relação das variáveis, e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Portanto, uma correlação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber o escore da outra. Opostamente, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis. Vale frisar que não se deve confundir correlação com causalidade (causa e efeito).

Em que $cov(X, Y)$ é a covariância amostral entre X e Y, $var(X)$ e $var(Y)$ são as variâncias amostrais de X e de Y, respectivamente, dadas por:

$$cov(X, Y) = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (3)$$

$$var(X) = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n} \quad (4)$$

$$var(Y) = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n} \quad (5)$$

A variação de r vai de -1 e 1, conforme interpretação do coeficiente de correlação de Pearson. Assim quando $-1 < r < 0$: a correlação linear é negativa; $0 < r < 1$: a correlação linear é positiva; $r \cong 0$ a correlação linear é nula, logo as variáveis não estão correlacionadas.

Assim, quanto mais próximo de -1 ou de 1 o coeficiente de correlação de Pearson estiver, mais forte será a associação entre X e Y. Por outro lado, quanto mais próximo de zero o coeficiente de correlação de Pearson estiver, mais fraca será a associação entre as mesmas. Na prática, se $r \geq 0,70$ ou $r \geq -0,70$ pode-se considerar que existe uma forte correlação linear entre as variáveis X e Y(Figueiredo Filho e Silva Júnior, 2009).

A interpretação do coeficiente de correlação de Pearson como medida da intensidade da relação linear entre duas variáveis é puramente matemática e está completamente isenta de qualquer implicação de causa e efeito (Santini et al. 2010).

3.3 Origem dos dados e deflacionamento dos preços

Os dados básicos são uma série temporal de preços recebidos pelos produtores de cacau no período de 2003 a 2014 juntamente com outra série temporal da evolução da produção de cacau, para o mesmo período. Os preços foram obtidos através do portal da Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do Estado da Bahia - SEAGRI e a produção mensal da Associação Comercial da Bahia - ACB. Estes dados

serão utilizados para determinar um padrão de variação estacional dos mesmos.

Depois da obtenção destes dados de preços, o segundo passo foi a eliminação do efeito inflacionário dos preços. Para isso foi utilizado o IGP-DI, disponível no site do IPEA (www.ipeadata.gov.br), transformado para que a base ficasse no mês de março de 2015.

Obtido esta informação, o próximo passo foi transformar o IGP-DI em um deflator, dividindo os resultados por 100 e posteriormente multiplicando os resultados pelos seus respectivos preços conforme o mês e o ano de referência. As Figuras 3 e 4 mostram as séries utilizadas para produção mensal e preços deflacionados.

4. Resultados e Discussões

4.1 Sazonalidade dos preços. Os resultados da análise da sazonalidade dos preços mensais da produção de cacau deflacionados para março de 2015 encontram-se na Figura 5. A sazonalidade de preços recebidos pelos produtores baianos, para os anos de 2003-2014, verifica-se que há um comportamento típico, onde os preços aumentam de outubro a fevereiro e diminuem de fevereiro a maio, alternando entre altas e baixas de preços durante os meses de junho a setembro. Isso faz com que os produtores tenham melhor noção do comportamento do preço do seu produto.

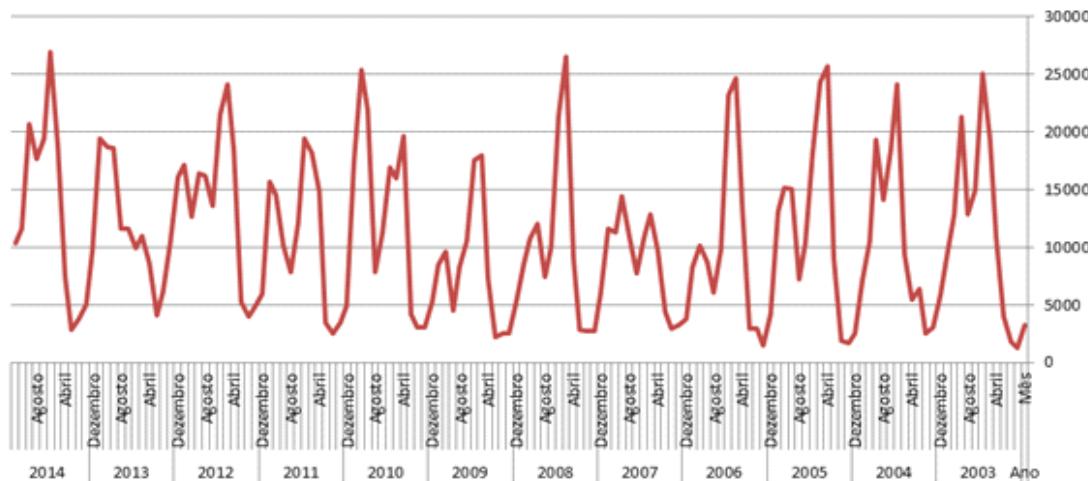


Figura 3: Produção mensal de cacau em arroba de jan. 2003 a dez. 2014. Fonte: ACB-CEPLAC, 2015

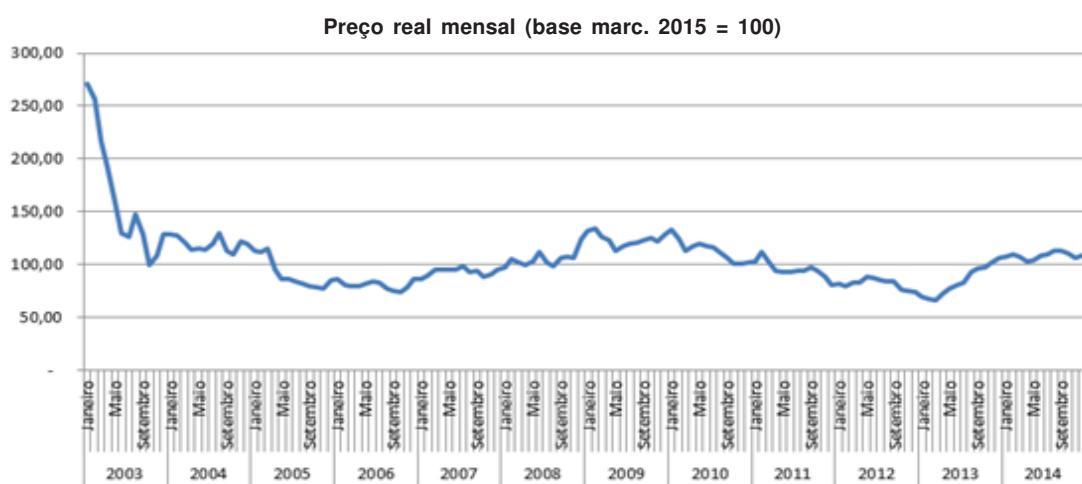


Figura 4: Preço real mensal de cacau em arroba de jan. 2003 a dez. 2014 a preços de mar de 2015.

Fonte: SEAGRI-CEPLAC, 2015

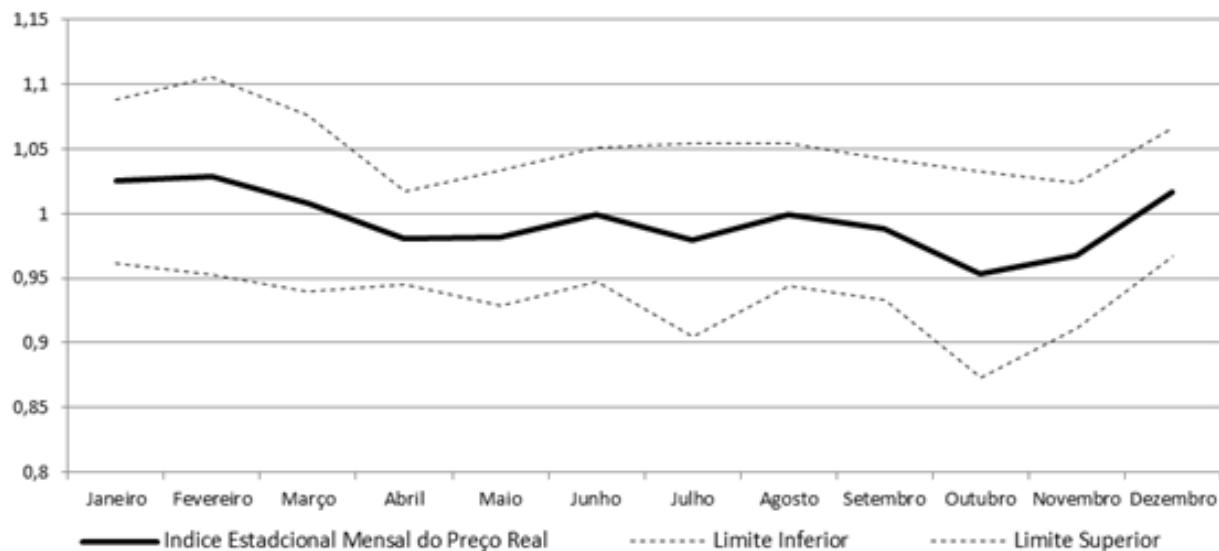


Figura 5 - Índice Sazonal relativo aos preços em reais, mensais, recebidos por Cacau, pelos produtores da Bahia, para o período 2003-2014.

De acordo com a interpretação utilizada por Mendoza, (1991), utilizando o índice, quem decide por armazenar deverá comprar o produto (ou abster-se de vendê-lo, se é um produtor) nos meses abaixo do índice 1, para vender nos meses acima do índice 1. Por exemplo, 1,01, 1,02.

A Tabela 1 a seguir mostra ainda as estatísticas descritivas obtidas a partir da série de preços deflacionados (preços reais), possibilitando uma visão geral do comportamento dos preços médios mensais do cacau, no período estudado.

Os resultados da análise descritiva mostraram que o preço médio da série de dados foi de R\$105,10/@, com uma variabilidade de R\$28,53/@ em relação ao mesmo, ou seja, os dados concentraram-se na faixa de R\$76,57/@ a R\$133,63/@. Observou-se, ainda, uma homogeneidade moderada dos preços, uma vez que o coeficiente de variação (relação entre média e desvio-padrão) é de aproximadamente 27,2%.

Das 144 observações consideradas, o maior preço observado foi de R\$271,17/@, referente ao mês de janeiro de 2003. Por outro lado, notou-se que o menor preço foi de R\$66,68/@, referente ao mês de março de 2013. O preço mediano de R\$101,80/@ dividiu a série em duas partes iguais, enquanto os quartis R\$86,45/@ e R\$114,59/@ deixaram 25% e 75% dos preços abaixo dos mesmos, respectivamente.

Tabela 1 - Medidas descritivas mensais do preço real e da produção de Cacau, Estado da Bahia, 2003-2014

Parâmetro	Produção em toneladas	Preço real - R\$/arroba
Média	11.007,25	105,10
Mediana	10.283,46	101,80
Desvio padrão	6.763,26	28,53
Mínimo	1.275,30	66,68
Máximo	26.973,84	271,17
1º Quartil	5.047,83	86,45
3º Quartil	16.111,55	114,59

4.2 Sazonalidade da produção

Na Figura 6, são analisados os resultados do estudo da sazonalidade na evolução da produção de cacau. Nota-se certo padrão de variação estacional na produção de cacau na Bahia.

Um aspecto importante do mercado de cacau diz respeito à instabilidade da renda do produtor, provocado pela sazonalidade da produção. Em razão da pouca especialização associada ao manejo inadequado, entre outros fatores como clima, a maioria dos produtores baianos tem diferença significativa entre a produção de cacau da época das águas e da seca. Tal diferença traz também graves problemas ao mercado, uma vez que a demanda é praticamente constante durante todo

o ano e a oferta é bem maior no período chuvoso. Além dos elevados custos financeiros de carregar o excesso de produção do período das águas para ser consumido no período da seca, existe um custo adicional referente à ociosidade da indústria, em parte do ano. Isto significa que para o mercado, em condições econômicas normais, o ideal seria ter uma produção constante durante todo o ano. A busca desse ideal passa pelo uso de tecnologias apropriadas durante todo o ano para garantir uma melhor distribuição anual da produção (Lopes e Carvalho, 2006).

4.3 Análises da correlação entre a sazonalidade da produção e preços de cacau.

Para fins de análise, foram calculados coeficientes de correlações de Pearson entre o índice de preços mensais e o índice de produção mensal sul da Bahia. Foi observada correlação entre o preço médio mensal e a produção média mensal de cacau no período 2003 a 2014 refletindo claramente uma associação linear negativa moderada entre as variáveis ($r = -0,49846$), confirmando a variação oposta entre as mesmas. (Figura 7).

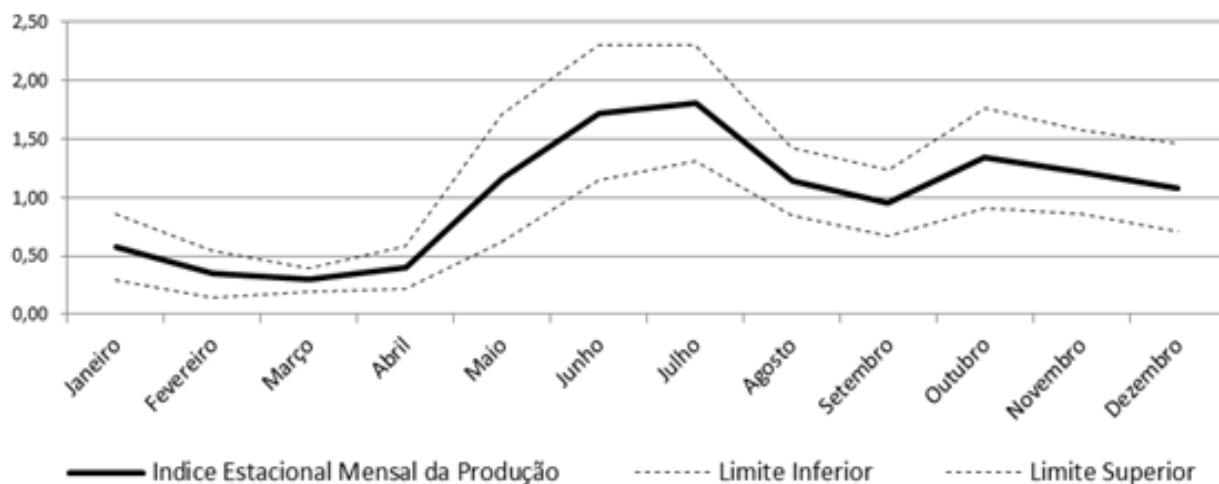


Figura 6 - Índice Sazonal relativo à evolução da produção de Cacau na Bahia, em arrobas, para o período 2003- 2014.

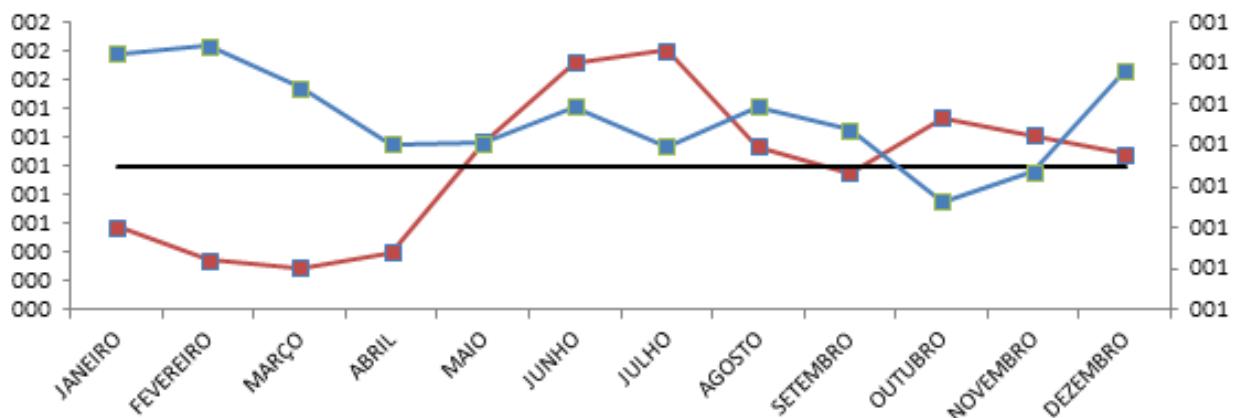


Figura 7 - Relação entre Índice Sazonal relativo à evolução da produção (■) e Preços (▲) de Cacau na Bahia, em arrobas, para o período 2003-2014.

Cabe ressaltar que o fato das variáveis preço e produção variarem juntas não implica que uma delas tenha algum efeito direto, ou indireto, sobre a outra. Ambas podem ser influenciadas por outras variáveis de maneira que dê origem a uma forte correlação entre elas (Martins, 2002). Neste caso, dado o histórico econômico apresentado sobre a cultura do cacau para indústria, pode-se alegar que tais variáveis tendem a ser altamente influenciadas pelo comportamento da oferta e da demanda deste produto.

A sazonalidade dos preços decorre do fato de que a produção de cacau na Bahia é estacional, ou seja, concentrada em alguns meses (junho, julho, outubro e novembro). Devido a uma maior oferta nesse período, observa-se que os preços apresentam valores mais baixos que na época da entressafra (janeiro a março).

5. Conclusões

O cacau é uma cultura permanente, e seu rendimento é afetado diretamente com as variações na temperatura. A temperatura sobre a floração indicam que temperaturas médias mensais abaixo de 23°C inibem a floração e que este efeito poderia ser indireto através do crescimento vegetativo comprometendo a frutificação.

Os resultados apresentam uma correlação negativa entre os preços e a produção apontando um comportamento inverso como era de se esperar, porém indica uma correlação moderada, pois apresenta um índice de Pearson inferior a < -0,70 como determina a literatura.

Portanto, os resultados dos índices de sazonalidade do preço do cacau parecem indicar que a estratégia é de realizar as vendas em dezembro e na entressafra (janeiro e fevereiro) quando os preços apresentam altas. Entretanto vale salientar que esta estratégia pode sofrer modificação se esta análise estiver sendo feita para o Brasil ou a nível mundial, pois as safras de outros estados como o Pará, assim como, de outros países ocorrem em meses diferentes. É mais prudente os produtores utilizarem uma média de preços para realizarem suas vendas de cacau em amêndoas.

Os métodos utilizados neste trabalho podem ser aplicados para outras culturas a fim de ajudar a todos os agricultores a planejar sua comercialização visando

diminuir suas perdas que possam existir em virtude de um mal planejamento da produção.

Apesar de órgãos como CEPLAC e a CONAB ajudarem os produtores nesse tipo de planejamento com a aplicação do preço mínimo para o cacau, não são encontrados grandes investimentos governamentais para a proteção da renda do cacaueiro, diferentemente do que é visto em algumas culturas atualmente destinadas à exportação, a exemplo do café.

Assim, é possível inferir que se a decisão de aumento de produção ou a entrada na atividade, por novos produtores, esteve (ou ainda está) pautada somente na observação da evolução dos preços, a médio e longo prazo, os rendimentos reais dos mesmos continuarão a se reduzir, caso não haja políticas de incentivo ao consumo ou políticas de planejamento de produção. Enfim, falta uma política agrícola para o cacau.

Os componentes preço e produção não são as únicas variáveis a serem consideradas para a tomada de decisão por um produtor, devendo-se também avaliar outros fatores como demanda, mercado externo, tecnologia, políticas governamentais de comercialização, etc. Entretanto, a análise permitiu observar a existência de rendimentos reais constantes dos produtores (mesmo tendo-se observado elevações nos preços nominais), relacionadas à componente de tendência crescente da produção.

6. Literatura Citada

- ALVIM, P. de T. 1984. Flowering of Cocoa. *Cocoa Growers Bulletin* 35:23-31.
- ALVIM, P. de T. 1966. Factors affecting the flowering of the cocoa tree. *Cocoa Growers Bulletin* 7:15-19.
- ALVIM, P. de T. 1977. Cacao. In: *Ecophysiology of Tropical Crops*. Alvim, P. T.; Kowsloswisky, T.T. eds. New York, Academic Press. pp.279-313.
- ALVIM, P. de T. 1988. Relações entre fatores climáticos e produção de cacaueiro. In: *International Cocoa Research Conference*, 10. Proceedings. Santo Domingo, Dominican Republic. pp. 159-167.

- ALMEIDA, H. A. de. 1986. Influência dos elementos meteorológicos no lançamento foliar, na floração e frutificação do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.). Dissertação Mestrado. Piracicaba, SP, USP /ESALQ. 111p.
- ALMEIDA, A.A.F.; VALLE, R. R. 1995. Análise de crescimento do fruto e das sementes de sete genótipos de *Theobroma cacao* L. Pesquisa Agropecuária Brasileira 30(7):909-916.
- ALMEIDA A. A. F., et al. 2002. Water relations' aspects of *Theobroma cacao* L. clones. Agrotrópica (Brasil) 14(2):35-44.
- AUGUSTO, S. G. 1997. Irrigação complementar nos diferentes estádios fisiológicos do cacau (*Theobroma cacao* L.). Tese Doutorado. Lavras, MG, UFV. 120p.
- BENTO, D. G. C.;TELES, F. L. 2013. A sazonalidade da produção agrícola e seus impactos na comercialização de insumos. Revista científica do centro de ensino superior Almeida Rodrigues 1(1).
- BONDAR, G. 1938. Fatores diversos e moléstias do cacau na Bahia. Bahia. ICB. Boletim Técnico Série Pragas e Moléstias nº 2. 18 p.
- BRANDT, S. A. 1980. Comercialização Agrícola. Piracicaba, SP. Livroceres. 195 p.
- CARVALHO, P. L. C.; SÁFADI, T; FERRAZ, M. I. F. 2008. Sazonalidade nos índices de preços setoriais agrícolas do município de Lavras, Mg. Revista Brasileira de Biometria 26(4):83-101.
- CAZORLA, I. M.; AIDAR, T, MILDE, L. C. E. 1989. Perfis do lançamento foliar, da floração, da bilração e de estágios do fruto do cacaueiro no Estado da Bahia, no período de 1977/1988. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. 58p.
- CHAPMAN R. K.; SORIA S. J. 1983. Comparative *Forcipomyia* (Diptera, Ceratopogonidea) pollination of cacao in Central America and Southern Mexico. *Theobroma* (Brasil) 13:129-139.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA - CEPLAC. 2015. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/>>. Acesso em: 28 mai (2015).
- ERNHOLM, I. 1948. Cacao production in South America, historical development and present geographical distribution. Gothenburg, Sweden.
- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. 2009. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson. Revista Política Hoje (Brasil) 18(1):115-46.
- HOFFMANN, R. 1998. Determinação do padrão de variação estacional em uma série temporal. In: Estatística para economistas. 3. ed. São Paulo, SP, Pioneira.
- INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APlicada - IPEA. Banco de dados: ipeadata 2010. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>
- LOPES, M. A.; CARVALHO, F. de M. 2006. Custo de Produção do Leite. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/boletim/pdf/bol_33.pdf>. Acesso em jan/2009.
- MARTINS, G. A. M. 2002. Estatística geral e aplicada. 2. ed. São Paulo,SP. Atlas. 417p.
- MENDES, J. T. G. 1998. Economia agrícola: Princípios básicos e Aplicações. 2. ed., Curitiba, PR, ZNT.
- MENDES, J. T. G.; PADILHA JUNIOR, J.B. 2007. Agronegócio: uma Abordagem Econômica. –São Paulo, Pearson Prentice Hall. 384p.
- MENDOZA, G. 1991. Compendio de mercado de produtos agropecuários. 2 ed. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 345p. c 1987.
- MÜLLER, M.W.;VALLE, R. R. 2012. Ecofisiologia do cultivo do cacaueiro. In: Valle, R.R.. Ciência, tecnologia e manejo do cacaueiro. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC/SEFIS. pp.31-66.
- MÜLLER, M.W.; PINHO, A.F.S.; ALVIM, P.de T. 1988. Efeito da polinização manual sobre a produção e fenologia do cacaueiro. In: Conferencia Internacional de Investigacion em Cacao,10º. Santo Domingo, República Dominicana. Actas. Lagos, Nigeria, Cocoa Producer's Alliance. pp. 275 - 281.
- MÜLLER, M. W.; PINHO, A. F. S.; SANTANA, M. B. M., eds. 1992. Preparo de área e proteção dos cacaueiros. In Sistema de proteção de cacau

- no Recôncavo da Bahia. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. 73p.
- SANTINI, G. A.; OLIVEIRA, S. C.; PIGATTO, G. 2010. Análise da relação das variáveis preço e produção da mandioca tipo indústria no Estado de São Paulo, 1996 a 2008. I. Informações Econômicas(Brasil) 40 (3) mar.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, IRRIGAÇÃO, PESCA E AQUICULTURA-SEAGRI-BA. 2015. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/>>. Acesso em: 28 mai 2015.
- VARASCHIN, M. J. C; SOUZA FILHO, J. de; ZOLDAN, P. C. 2004. Metodologia de cálculo dos índices agrícolas – IPP, IPR e IPRr. Florianópolis, Instituto Cepa/SC. 61p.
- ZUGAIB, A. C. C. et al. 2013. Metodologia de previsão de Safras de cacau para os Estados da Bahia, Pará e Rondônia. Ordem de Serviço CEPLAC/DIRET No 001/2013 de 27 de junho de 2013.



ATRIBUTOS BROMATOLÓGICOS DA TORTA DE GIRASSOL SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Érico de Sá Petit Lobão¹, Alberício Pereira de Andrade², Pedro Dantas Fernandes³, Divan Soares da Silva², Severino Gonzaga Neto², Ariosvaldo Nunes de Medeiros², Dan Érico lobão⁴

¹Fundação Pau-Brasil- FUNPAB - Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 22, Itabuna-Bahia, 45600-000 - ericolobao@hotmail.com;

²Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias/UFPB - Campus II. Campus II - PPGZ -

albericio@uol.com.br, edsonmsantos@hotmail.com, gonzaga@cca.ufpb.br, ariosvaldo.medeiros@gmail.com,

divan@cca.ufpb.br; ³Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais -

pdantas@deag.ufcg.br; ⁴CEPLAC/CEPEC, Rod. Ilhéus-Itabuna, km 22, Caixa Postal 07, 45662-000, Ilhéus, Bahia,

Brasil. Universidade Estadual de Santa Cruz. dan@ceplac.gov.br

A torta de girassol (*Helianthus annuus*), subproduto da extração do óleo, é uma excelente alternativa para a composição de dietas protéicas na alimentação animal. Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da adubação orgânica com esterco bovino sobre alguns atributos qualitativos do girassol, cultivar Hélio 250, no Cariri Paraibano. Avaliou-se o efeito da dose de esterco bovino na composição bromatológica da torta de girassol, em que o delineamento de campo seguiu o procedimento de blocos ao acaso com seis tratamentos e nove repetições, enquanto que duas amostras da torta extraída de cada tratamento foram submetidas a análise bromatológica. Os tratamentos consistiram de uma testemunha e cinco doses de esterco bovino: T1 - testemunha, sem adição de esterco; T2 - 7,5 t ha⁻¹; T3 - 15 t ha⁻¹; T4 - 22,5 t ha⁻¹; T5 - 30 t ha⁻¹; T6 - 37,5 t ha⁻¹. As variáveis bromatológicas analisadas foram matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergentes neutro e ácido. A adubação com esterco bovino em sequeiro não influencia nos teores de matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica ($P>0,05$). A inclusão do adubo orgânico aumenta o teor de proteína bruta e reduz a fibrosidade da torta de girassol ($P<0,05$).

Palavras-chave: composição bromatológica, coproduto, esterco bovino, *Helianthus annuus*, resíduo agroindustrial

Chemical composition attributes of sunflower cake under organic fertilization.

The sunflower cake (*Helianthus annuus*), byproduct of oil extraction, is an excellent alternative to compose protein diets in animal feed. In this context, this study aimed to evaluate the effect of organic fertilization with cattle manure on some qualitative attributes sunflower, cultivate Helio 250, in Cariri Paraibano. We evaluated the effect of manure dose on the chemical composition of sunflower cake in the field of design followed the procedure of blocks with six treatments and nine replications, while two samples of extracted pie each treatment were submitted the chemical analysis. We conducted the evaluation in six treatments with two replications. Treatments consisted of a control and five doses of manure: T1 - control without addition of manure, T2 - 7.5 t/ha, T3 - 15 t/ha, T4 - 22.5 t/ha; T5 - 30 t/ha, T6 - 37.5 t/ha. The chemical variables analyzed were dry matter, ash, organic matter, crude protein, ether extract, neutral detergent fiber and acid. The fertilization with cattle manure in rainfed does not influence dry matter, mineral matter and organic matter ($P > 0.05$). The inclusion of organic fertilizer increased the content of crude protein and reduces fibrousness of sunflower cake ($P < 0.05$).

Key words: chemical composition, coproduct, catle manure, *Helianthus annuus*, agroindustrial waste

Introdução

O girassol (*Helianthus annus*) é a oleaginosa com maior tolerância à seca, ao frio e ao calor, quando comparada com a maioria das espécies cultivadas no Brasil, se adaptando bem a condições variáveis de temperatura. Durante as primeiras fases do seu ciclo (0 a 40 dias), a planta apresenta tolerância às baixas temperaturas e à seca, sendo que nas fases seguintes, o frio excessivo e a falta de água provocam alterações nas plantas, ocasionando perda na produção. O cultivo do girassol requer solos férteis, profundos e com boa drenagem, de preferência argilo-arenosos, com boas provisões de nitrogênio, fósforo e potássio, para obter altos rendimentos. No entanto, a cultura também tem a capacidade para se desenvolver em solos menos férteis e com características físicas deficientes, desde que sejam feitas correções mínimas necessárias (Leite et al., 2005).

De acordo com Favarão et al. (2009), de uma maneira geral, a exigência do girassol para fertilidade de solo é semelhante à da cultura da soja e do milho, mas não tolera acidez e compactação do solo, que podem limitar o seu desenvolvimento, intensificando os problemas nutricionais associados ao déficit hídrico e reduzindo o potencial produtivo da cultura.

A adubação orgânica traz benefícios de ordem física, química e biológica. Quando se trata de adubos orgânicos, estercos de animais são os mais importantes, seja pela sua composição, disponibilidade relativa ou benefícios da aplicação (Souto et al., 2007). Os benefícios no uso de estercos animais perpassam por melhorias nas propriedades físicas do solo e no fornecimento de nutrientes, aumento no teor de matéria orgânica, melhorando a infiltração da água como também aumentando a capacidade de troca catiônica (Hoffman et al., 2001).

Dentre os nutrientes que compõe os estercos, o nitrogênio destaca-se por desempenhar importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol, e a sua deficiência causa a desordem nutricional, sendo que esse nutriente é o que mais limita a sua produção, enquanto o excesso ocasiona decréscimo na porcentagem de óleo, e doses elevadas podem aumentar a incidência de pragas e doenças, afetando a produção de grãos (Biscaro et al., 2008).

Vale destacar que o girassol é a oleaginosa com a terceira maior produção de torta do mundo, ficando

atrás somente das tortas de soja e de canola, sendo que na Europa sua produção alcança 12 milhões de toneladas por ano (Monlau et al., 2013). A torta de girassol, coproducto da extração do óleo de girassol, resulta do processo de esmagamento dos grãos, oriundo da extração parcial do óleo a frio e resultando em aproximadamente 15% de óleo na matéria seca (Oliveira e Lew, 2002). Segundo Santos (2008), este teor de óleo varia de acordo com a regulagem da prensa, uma vez que a extração é apenas por esmagamento dos grãos, restando assim um maior teor de óleo na torta quando comparada com o farelo de girassol.

A torta de girassol possui características bromatológicas importantes, apresentando elevados princípios nutricionais para alimentação animal (Oliveira & Cáceres, 2005), suas características podem ser tanto energéticas como proteicas, propriedades essas comprovadas cientificamente. A composição química é uma medida do valor nutritivo da forragem (Maurício et al., 2009). A avaliação dos alimentos e seus nutrientes disponíveis é uma maneira eficiente de melhorar a dieta e, assim, permitir a expressão do potencial genético dos animais (Santos et al., 2009).

Em se tratando da utilização da torta de girassol em substituição ao farelo de soja, Oliveira et al. (2007) sugere que é possível substituir até 50% do farelo de soja pela torta de girassol, sobretudo devido ao teor elevado de extrato etéreo da torta de girassol e, portanto, de dietas cuja fonte proteica seja exclusivamente a torta, a fim de evitar queda na digestibilidade e na ingestão, sobretudo no desempenho animal.

Este trabalho se propôs a testar diferentes doses de adubação orgânica com esterco bovino visando garantir teores elevados de proteína bruta que conferem à torta de girassol a qualidade de suplemento proteico, bem como verificar a resposta desta fertilização nas demais variáveis da composição química do alimento.

Material e Métodos

A análise química do esterco bovino foi realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB). O teor de nitrogênio (N) encontrado no esterco bovino foi de 9,4 g kg⁻¹ na

matéria orgânica. O esterco bovino foi aplicado manualmente em covas durante a semeadura.

A semeadura do girassol (*Helianthus annus*), cultivar Hélio 250 (sementes doadas pela Helianthus do Brasil), foi realizada em 28 de fevereiro de 2010, efetuada manualmente em parcelas de 10 m². Cada parcela possuía cinco linhas com espaçamento entre plantas de 50 cm e entrelinhas de 80 cm. As plantas daninhas foram controladas mediante capinas manuais. O preparo da área foi convencional. A semeadura seguiu o delineamento de blocos ao acaso (DBC), constando de seis tratamentos e quatro blocos, perfazendo um total de 24 parcelas. Em cada parcela amostrou-se nove plantas, sendo 216 plantas amostradas, em que os tratamentos consistiram de seis tratamentos, sendo uma testemunha e cinco níveis de inclusão de esterco bovino como adubo orgânico: T1 - testemunha,

sem adição de esterco; T2 - 7,5 t ha⁻¹; T3 - 15 t ha⁻¹; T4 - 22,5 t ha⁻¹; T5 - 30 t ha⁻¹; T6 - 37,5 t ha⁻¹.

A torta de girassol é considerada como alimento concentrado proteico (>20% PB), com proteína de alta degradabilidade ruminal (>90%), rico em lipídeos insaturados (17 ± 10% EE) e em fibra (35 ± 5% FDN) (Silva, 2004).

A determinação dos atributos químico-bromatológicos da torta do girassol foi realizada no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LANA) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), após a obtenção da torta de girassol por prensagem a frio no Laboratório de Tecnologia (LATEC) da Embrapa Algodão.

A torta foi moída, para cada tratamento, e pré-secada em estufa a 60 °C por 24 h, para então

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental para o plantio de girassol, Campina Grande - PB

pH CaCl ₂ 0,01M	MO g cm ⁻³	P kg cm ⁻³	Ca	Mg	K	Na cmolc dm ⁻³	H+Al	T	V
4,5	4,4	15,3	1,7	0,9	0,2	0,8	2,0	5,6	64,1

Tabela 2. Características físicas do solo da área experimental para o plantio de girassol, Campina Grande - PB

GRANULOMETRIA (g kg ⁻¹)			CLASSE TEXTURAL	C.C.* %	P.M.P** %	DENSIDADE (g cm ⁻³)	
AREIA	SILTE	ARGILA				Global	Partícula
820	80	100	Areia Franca	19,7	8,9	1,4	2,5

*Capacidade de campo

** Ponto de murcha permanente

realizar-se as determinações dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) nos alimentos, de acordo com metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), utilizou-se metodologia recomendada pelo fabricante do aparelho ANKON (Ankon Technology Corporation), utilizando-se sacos de TNT (100 g/m²) gramatura 100 mm, com dimensões de 4 × 5 cm, tecidos náilon (50 µm), confeccionados no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal.

Os dados foram submetidos aos seguintes testes estatísticos: Análise de Regressão, representada pela

equação de regressão (curva de tendência) e pelo coeficiente de determinação (R²); e Análise de variância (ANOVA). Para fins de comparação de médias utilizou-se o teste de Tukey a 1% de significância (Genesis).

Resultados e Discussão

A única variável que não apresentou diferença significativa (P < 0,05) foi matéria seca (MS), enquanto as demais variáveis da composição química da torta apresentaram significância nos testes comparativos de médias. Porém, vale destacar que a maioria das médias dos tratamentos com adição de esterco bovino foram equivalentes, ocorrendo em

quase todos os atributos químicos uma diferença entre um dos tratamentos e a testemunha, exceto para fibra em detergente ácido (FDA).

No que se refere à matéria seca, a torta de girassol não apresentou diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ($P < 0,05$), sendo o valor da média encontrada foi 968,17 g kg⁻¹. É importante salientar que este valor supera as demais médias apresentadas em outros trabalhos posteriores (Tabela 3). Segundo Carvalho et al. (2009), sobre a utilização de torta de girassol na alimentação de ruminantes, a alta concentração de matéria seca das tortas analisadas está relacionada ao processo de extração de óleo, não sendo necessário passar por nenhum processo de secagem após a obtenção da torta. Em se tratando de consumo de MS, Pereira et al. (2012) apontam que a torta de girassol pode alcançar 21% de substituição do concentrado na dieta sem afetar também a digestibilidade da matéria orgânica, carboidratos totais e não fibrosos. Nesse nível de inclusão é possível ter uma produção em torno de 20 kg leite ao dia em vacas Girolanda (Pereira et al., 2011).

Com relação ao extrato etéreo (EE), não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ($P < 0,05$), o único tratamento que diferiu dos demais foi o com 15 t ha⁻¹ (215,37 g kg⁻¹), apresentando valor abaixo da média (244,07 g kg⁻¹) para os tratamentos, que se aproximaram dos valores mais elevados para esta variável apresentados na Tabela 3. Santos (2008) explica que o teor de extrato etéreo varia muito em função do processo de extração de óleo da semente para obtenção da torta. A similaridade entre os valores da MS e do EE entre os diferentes tratamentos estaria então diretamente

proporcionais a pressão exercida pelo processo de prensagem da torta para a extração do óleo. Por outro lado, Lobo et al. (2006) relataram que há uma tendência em reduzir o teor de óleo à medida que se eleva a dose de nitrogênio da adubação, visto que ocorre um aumento esperado no teor de proteína bruta contrabalanceando a redução no teor de EE. Os teores de extrato etéreo da torta de girassol foram elevados (248,14 g kg⁻¹, 247,63 g kg⁻¹, 215,36 g kg⁻¹, 248,35 g kg⁻¹, 254,43 g kg⁻¹ e 250,46 g kg⁻¹, para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6, respectivamente) comparados aos valores descritos na literatura (Tabela 3), indicando que se deve tomar cuidado com a quantidade a ser ministrada na alimentação de ruminantes, uma vez que a adição de lipídios na ração em níveis superiores a 70 g kg⁻¹ da matéria seca pode prejudicar a degradação do alimento como sugere Carvalho et al. (2009).

Tanto a matéria orgânica (MO), como a matéria mineral (MM) não apresentaram significância em suas correlações lineares (Figura 1), mas observando o padrão da curva percebe-se sentidos inversos nas médias dos tratamentos, indicando uma tendência para decréscimo da MO e aumento da MM, que é melhor explicada pela curva logarítmica ($R^2 = 0,65$), demonstrando uma variação crescente na MM com a adição de esterco bovino até a dose de 30 t ha⁻¹ (T5) e decaendo na dose de 37,5 t ha⁻¹ (T6). A invariabilidade da matéria orgânica na torta de girassol demonstra que não efeito da adição de adubo orgânico no teor desta variável nas sementes de girassol, reforçando a hipótese que o carbono excedente adicionado pelo esterco está sendo mobilizado para as raízes e parte vegetativa da planta, como sugerem Costa et al. (2013). Além disso,

Tabela 3. Composição bromatológica da torta de girassol, segundo diferentes autores

	MS	PB	EE g kg ⁻¹ *	FDN	FDA
Silva et al. (2002) ¹	924,3	220,1	239,6	-	-
Oliveira (2003) ¹	918,0	229,0	155,0	383,0	293,0
Costa et al (2005)	924,3	221,9	221,5	-	-
Neiva et al. (2007)	932,8	312,6	216,0	483,5	350,5
Santos (2008) ¹	919,0	229,0	155,3	383,3	293,2
Chung et al. (2009)	917,1	277,9	199,0	396,3	374,9
Goes et al. (2010)	950,5	309,3	167,6	426,9	312,7

* teor na MS ou na base da matéria seca. Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Fonte: Lima, 2011.

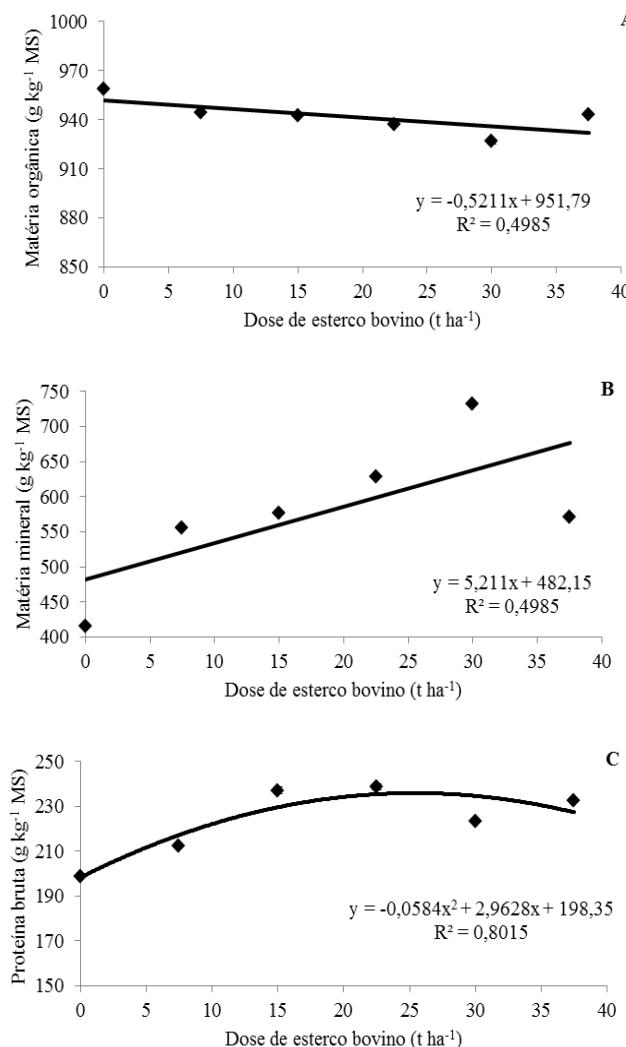


Figura 1. Efeito da dosagem de esterco sobre os atributos químico-bromatológicos, matéria orgânica (A), matéria mineral (B) e proteína bruta (C), da torta de Girassol, cultivar Hélio 250. As barras verticais representam o desvio padrão da média.

de acordo com estes autores, os efeitos indiretos do esterco bovino pela melhoria da qualidade do solo, refletem no aumento da mobilização dos nutrientes do solo para planta, o que sugere uma melhor nutrição da planta como um todo. Portanto, é esperado uma resposta positiva nos teores dos demais nutrientes na planta com a adição de esterco bovino. A dose de 30 t ha⁻¹ (732,78 g kg⁻¹) para a MM pode estar indicando uma aproximação do máximo efeito da adubação orgânica com o esterco, posto que na dose subsequente (T6) ocorre o decréscimo.

Em se tratando de proteína bruta (PB), a medida que se acresceu esterco bovino houve uma resposta

positiva no teor de PB até o tratamento com 22,5 t ha⁻¹ (238,83 g kg⁻¹), enquanto que os demais tratamentos apesar de apresentarem valores menores não foram significativamente diferentes ($P < 0,05$). É importante ressaltar que as doses de esterco com 15 e 22,5 t ha⁻¹ (Figura 1), com maior teor de proteína bruta, provavelmente obtiveram este resultado devido ao fato de disponibilizarem uma concentração de nitrogênio (N), respectivamente 141 e 218,5 kg ha⁻¹, próxima da exigência nutricional da cultura que é algo em torno de 150 kg ha⁻¹, conforme apresentado por Zobiole et al. (2010).

Nesse sentido, é possível entender que a adição de mais esterco não provoque uma resposta proporcional no teor de PB nos tratamentos com maior conteúdo de N (T5 e T6). Avaliando a curva desta variável, percebe-se a relação quadrática entre a proteína bruta e a dose de esterco, onde o ponto de deflexão, ou valor máximo de proteína bruta, é alcançado na dose de 25,45 t ha⁻¹ de esterco bovino, conforme a equação encontrada. O acréscimo no teor de proteína bruta na torta de girassol em virtude da adubação com esterco bovino, entretanto não deve ser encarado como um benefício de forma isolada, pois seus valores não diferem dos valores obtidos em estudos anteriores (Tabela 3) a ponto de vislumbrar a adubação com esterco unicamente como fonte de N, mas deve ser levado em conta todo um contexto sistêmico de conservação da qualidade do solo, em que os benefícios para planta são percebidos em toda sua nutrição. Ademais, a torta de girassol resultante de uma adubação orgânica deve ser utilizada não apenas como fonte proteica para os animais, mas como um coproduto de alto valor energético para compor a dieta animal na substituição de fontes de alimentos tradicionais (Carvalho et al., 2009).

Assim como ocorreu com o teor de PB, para a fibra em detergente neutro (FDN), o tratamento com 22,5 t ha⁻¹ (443,13 g kg⁻¹) apresentou diferença significativa em relação a testemunha (500,02 g kg⁻¹), porém a curva não se ajustou para esta variável (Figura 2). O mesmo padrão foi confirmado também para a fibra em detergente ácido (FDA), no qual o tratamento com 22,5 t ha⁻¹ (382,37 g kg⁻¹) foi significativamente menos fibroso que a testemunha (442,65 g kg⁻¹). Entretanto, o tratamento com maior teor de celulose e lignina (componentes da FDA) foi

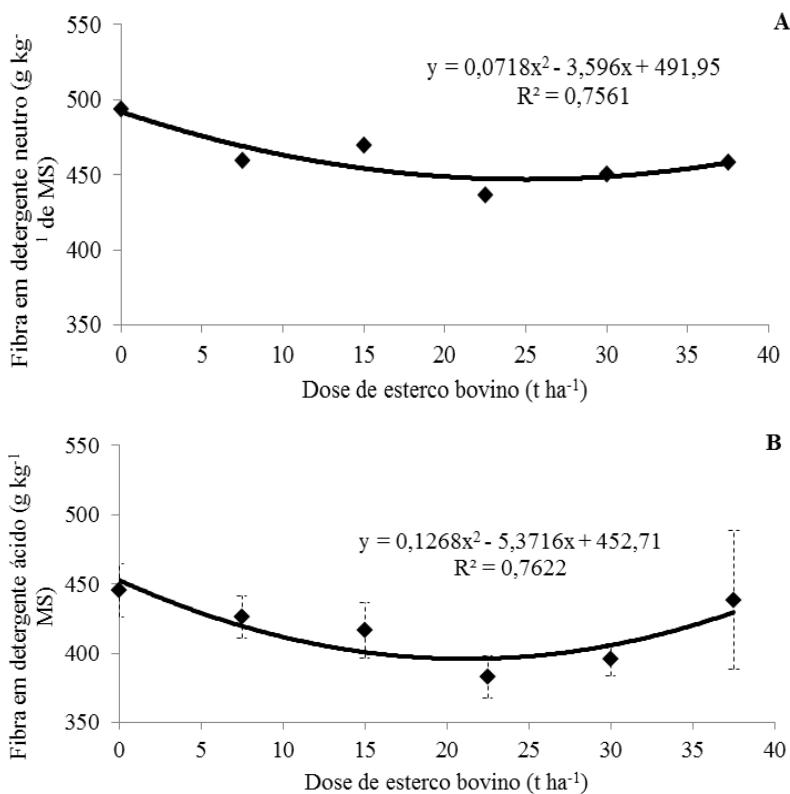


Figura 2. Efeito da dosagem de esterco sobre a fibra em detergente neutro (A), fibra em detergente ácido (B) e a digestibilidade in vitro da matéria seca (C), da torta de Girassol, cultivar Hélio 250. As barras verticais representam o desvio padrão da média.

o com adubação de 37,5 t ha⁻¹ com 454,0 g kg⁻¹ de FDA, mas sem diferença significativa com a testemunha. Na Figura 2 destaca-se o padrão quadrático da curva da equação, onde o valor mínimo para os teores de fibra (FDN e FDA) foi encontrado na dosagem de 21,18 t ha⁻¹ de esterco bovino.

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) está relacionado com o espaço ocupado pelo alimento no rúmen por ser a fração mais lentamente digerida. Uma tendência atual é expressar a capacidade de enchimento diária do rúmen em unidades de fibra em detergente neutro. Sugere-se o uso do teor de fibra em detergente neutro do alimento (ou da dieta) para se estimar o consumo dos ruminantes, quando forragens longas ou picadas grosseiramente são utilizadas (Borges et al., 2009).

Comparando a torta de girassol com outras tortas, tais como a de amendoim, mamona e nabo forrageiro, Evangelista et al. (2005) verificaram que a composição bromatológica da torta de girassol é a

A mais balanceada, visto que é uma das menos fibrosas e gordurosas, além de apresentar teores elevados de proteína, reforçando sua aptidão como alimento protéico e energético para a substituição alimentos tradicionais e mais caros, tais como o farelo de soja e de milho.

Contudo, é importante relevar que, de acordo com Oliveira et al. (2009), elevados teores de esterco podem proporcionar desbalanço nutricional no solo e, em consequência, na planta, provocando a redução no desenvolvimento e produção final da cultura de girassol. Por outro lado, o esterco de bovino proporciona aumentos na produção significativamente nos anos com precipitação adequada e umidade no solo na cultura do girassol (Rossi, 1998).

Conclusões

1. A adubação do girassol, cv Helio 250, com esterco bovino em sequeiro, não tem efeito sobre os teores de matéria seca e matéria orgânica da torta de girassol, contudo proporcionou aumento nos teores de proteína bruta e matéria mineral, e redução na fibrosidade deste coproduto.

2. O nível de inclusão de esterco mais promissor foi o de 22,5 t ha⁻¹, entretanto, para fins de recomendação de adubação orgânica, doses de esterco bovino entre 13 e 23 t ha⁻¹ proporcionam melhores resultados por apresentarem maiores teores de proteína bruta e menor fibrosidade da torta de girassol.

3. Além disso, a adoção de adubação orgânica do girassol com esterco bovino é uma alternativa viável para a melhoria da qualidade da torta de girassol, sobretudo devido à facilidade de obtenção do esterco e ao custo relativamente baixo.

Agradecimentos

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias, Charles, Dueño, Seu

Costa, José Sales e Roberto aos vaqueiros Lendro e Cristiano (Pio).

Aos colegas da pós-graduação, Adelilian Baracho, Daniely Sales, Meyre Cassuce, Paula Frassinetti e aos graduandos Ana Paula Brito, Elton Silva, Valdiléia Avelar e Luciana Firmino.

Aos professores, Elizanilda Ramalho do Rego e Walter Esfrain Pereira.

À empresa Helianthus do Brasil pela doação das sementes do cultivar Hélio 250.

Literatura Citada

- BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; GOMES, S. P. 2009. Regulação da ingestão de alimentos. In Alimentos para gado de leite. Belo Horizonte, MG, FEPMVZ. pp.1-25.
- BISCARO, G. A., et al. 2008. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS. Ciência e Agrotecnologia (Brasil) 32 (5):1366-1373.
- CARVALHO, W. T. V., et al. 2009. Sementes, torta e farelo de girassol na alimentação de gado de leite. In Alimentos para gado de leite. Belo Horizonte, MG, FEPMVZ.
- COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. 2013. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. Enciclopédia Biosfera (Brasil) 9(17):1842.
- EVANGELISTA, A. R., et al. 2005. Valor nutritivo de tortas e sementes de oleaginosas. In Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2º. Anais. Lavras, MG. pp. 379-384.
- FAVARÃO, S. S., et al. 2009. Resposta da cultura do girassol a adubação nitrogenada em cobertura. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 6º. Anais. Montes Claros, MG. pp.357-362.
- HOFFMANN, I., et al. 2001. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. Agriculture, Ecosystems & Environment 86:263-275.
- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. 2005. Girassol no Brasil. Londrina, PR, EMBRAPA SOJA.
- LIMA, H. L. 2011. Parâmetros nutricionais em novilhos suplementados com torta de girassol em pastejo de Brachiaria brizantha cv. Marandu. Dissertação Mestrado. Dourados, MS, UFGD/Faculdade de Ciências Agrárias. 89p.
- LOBO, T. F., et al. 2006. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do girassol avaliando os parâmetros de produtividade e qualidade de óleo. In Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 3º. Lavras, MG. Anais. Lavras, MG, UFV.
- MAURICIO, R. M., et al. 2009. Alimentação de bovinos leiteiros em sistemas silvipastoris. In: Alimentação de gado de leite . Belo Horizonte, MG, FEPMVZ. pp.268-303.
- MONLAU, F., et al. 2013. Enhancement of methane production from sunflower oil cakes by dilute acid pretreatment. Applied Energy 102:1105-1113.
- OLIVEIRA F. A., et al. 2009. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. Revista Caatinga (Brasil) 22 (1):206-211.
- OLIVEIRA, M. D. S.; CACERES, D. R. 2005. Girassol na alimentação de bovinos. Jaboticabal, SP, FUNEP.
- OLIVEIRA, M. D. S.; LEW, B. J. 2002. Efeito da proporção concentrado: volumoso de ração completa peletizada contendo torta de girassol, sobre a digestibilidade ruminal *in vitro*, em bovinos. Revista Educação Continuada (Brasil) 5(3):278-287.
- OLIVEIRA, M. D. S., et al. 2007. Composição bromatológica e digestibilidade ruminal *in vitro* de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. Ciência Animal Brasileira 8 (4): 629-638.
- PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; BONFIM, M. A. D., et al. 2011. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. Acta Scientiarum Animal Sciences (Brasil) 33 (4):387-394.

- PEREIRA, E. S. 2012. Intake, nutrient digestibility and nitrogen balance in lactating dairy cows fed diets containing sunflower cake. Ciências Agrárias (Brasil) 33(6):2461-2470.
- RODRIGUES, R. C. 2010. Métodos de análises bromatológicos de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos. Pelotas, PR, EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. 177p.
- ROSSI, R. O. 1998. Girassol. Curitiba, PR, TECNOAGRO LTDA. 333p.
- SANTOS, A. X., et al. 2009. Torta de girassol na dieta de vacas em lactação. In Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46º. Maringá. Anais.
- SANTOS, J. 2008. Derivados da extração do óleo de girassol para vacas leiteiras. Tese Doutorado. Jaboticabal, SP, UNESP/FCAV. 95p.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. 2002. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG, Imprensa Universitária. 165p.
- SILVA, Z. F. 2004. Torta de girassol na alimentação de vacas em lactação. Dissertação Mestrado. Jaboticabal, SP, UNESP/FCAV. 36p.
- SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. 2007. Decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de caatinga. In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31º, Gramado, RS. Anais. Gramado, RS, SBCS. [CD-ROM].
- ZOBIOLE, L. H. S., et al. 2010. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. Revista Brasileira de Ciências do Solo. 34:425-434.



MANEJO DA FERTILIDADE DO SOLO EM REFLORESTAMENTO DE CLAREIRAS DA FLORESTA AMAZÔNICA

Bruna Trovo Canizella, Adônis Moreira

¹Universidade Estadual de Londrina, 86055-900, Londrina, Paraná, Brasil; ²Embrapa soja, 86001-970, Londrina, Paraná, Brasil, adonismoreira66@gmail.com.

Na Amazônia, a retirada da floresta primária com a posterior remoção da camada superficial do solo acarreta na diminuição na quantidade de nutrientes disponíveis do solo. Nesse local, com o posterior reflorestamento, o crescimento das plantas é lento mesmo com aplicação de fertilizantes. O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos da adubação com compostagem de resíduos provenientes da roçagem dos jardins e mineral (N-P-K) sobre os atributos químicos do solo na revegetação de clareiras abertas na região central da Amazônia tropical úmida. Foram avaliados os atributos químicos do solo [pH (H_2O), matéria orgânica, P, K, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H^++Al^{3+} , Cu, Fe, Mn e Zn] em duas florestas primárias e três clareiras reflorestadas com idades distintas (5, 10 e 15 anos) em diferentes profundidades (0-10 e 11-30 cm). Os resultados mostraram que solo mesmo com aplicação de nutrientes, apresenta difícil reposição da fertilidade natural. Após 15 anos de revegetação a fertilidade do solo não apresentou níveis de nutrientes semelhantes ao da floresta primária. A aplicação de 2 t ha^{-1} de calcário 30 dias antes do plantio e dois litros de compostos orgânicos, 200 g do adubo N-P-K (10-30-10) e 50 g de $MgSO_4$ na cova de plantio não foi suficiente para o restabelecimento da floresta nas clareiras.

Palavras-chave: Matéria orgânica, balanço de íons no solo, eficiência de uso de fertilizantes.

Management of soil fertility in the recovery of clearing of Amazon rainforest. In the Amazon rainforest, with the removal of primary forest with the subsequent removal of topsoil to the exploration of areas leads to significant decrease of nutrients. The subsequent reforestation of these areas, the plant growth is slow even with the application of fertilizers. The aim of this study was to evaluate the effects of fertilization with waste composting and mineral (NPK) on soil chemical properties in reforestation of clearings in the central region of humid tropical Amazon. We evaluated two primary forests and three recovering clearing with 5, 10, and 15-year-old in different depths (0-10 and 11-30 cm). The soil chemical properties [pH (H_2O), organic matter, P, K, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H^++Al^{3+} , Cu, Fe, Mn, and Zn] were evaluated. The results showed that soil has management fragility with low fertility. After 15-years-old of planting was not enough to restore the soil fertility levels of primary forest. The 2 t ha^{-1} of lime application 30 days before planting and two liters of organic compounds, 200 g of N-P-K (10-30-10), and 50 g of $MgSO_4$ in the planting hole was not enough to restore forest in the clearings.

Key words: organic matter, ions balance in the soil, fertilizer use-efficiency.

Introdução

Projetos de assentamento com exploração madeireira, queima da floresta primária ou secundária para introdução de pastagens ou culturas de subsistência e exploração de minérios, petróleo e/ou gás natural têm acarretado pressão considerável sobre ecossistema regional na Amazônia (Fearnside, 1999; Santos Júnior et al., 2006). Fato esse verificado na província petrolífera Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), localizada às margens do rio Urucu, Município de Coari, Estado do Amazonas, onde são encontradas áreas alteradas para a prospecção de gás natural e petróleo, nas quais são abertas clareiras e retirada grandes quantidades de terra para prospecção e construção de estradas que são utilizadas na manutenção dos dutos e infraestrutura (Moreira e Costa, 2004).

Após a remoção, parte da camada superficial é retornada ao local, no qual é feito, o reflorestamento com espécies nativas da região (Moreira e Costa, 2004; Prudente et al., 2010). Com esta prática de manejo, muitas plantas não apresentam crescimento satisfatório ou morrem ficando o solo sem cobertura vegetal, predisposto às intempéries climáticas com consequente erosão (Rodrigues et al., 2006).

Independentemente do reflorestamento ou não, a retirada de solo para atividades de extração de gás tem causado impacto negativo neste ecossistema, visto que os solos, apesar de estarem sob floresta densa, são caracterizados pela baixa fertilidade natural e dependência do fluxo contínuo de serapilheira e nutrientes no sistema (Stark, 1970; Sanchez e Salinas, 1981; Moreira & Fageria, 2009). Nestes locais, o equilíbrio da fertilidade é mantido pelos processos biogeoquímicos que atuam na formação e dinâmica da matéria orgânica do solo (Malavolta, 1987), e responsável pela manutenção da floresta em estágio clímax (Poggiani & Schumacher, 2004).

A consequência deste manejo é que com a remoção da floresta esse ciclo é quebrado acarretando a rápida mineralização da matéria orgânica (MO) ocasionado, principalmente, pela diminuição do material vegetal senescente, como folhas, galhos e frutos (Malavolta, 1987; Moreira e Costa, 2004).

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos do manejo do solo e da adubação com composto orgânico

e mineral N-P-K (10-30-10) utilizada na recuperação das clareiras em áreas para prospecção de petróleo e gás natural na restituição da fertilidade após 5, 10 e 15 anos do plantio de mudas de espécies arbóreas nativas da região sobre os atributos químicos do solo na região central da Amazônia tropical úmida.

Material e Métodos

As amostras de solo foram coletadas em cinco áreas de “terra firme” (local sem influência dos rios) localizadas na BOGPM – Base Operacional Geólogo Pedro de Moura (PETROBRAS-BR®), situada nas coordenadas geográficas (4°53'7,33" LS; 65°20'59,99" LW), município de Coari, Estado do Amazonas.

Nessa região, os solos são constituídos por sedimentos da formação Solimões, apresentando relevo ondulado e floresta tropical densa (Lima Filho et al., 2001), sendo classificados como Plintossolos, Latossolos, Gleissolos e Argissolos (Vieira e Santos, 1987), com predominância de Argissolos na BOGPM. O clima da região é o tropical úmido pela classificação de Köppen apresentando ciclo sazonal de distribuição de precipitação bem característico, alternando uma estação seca de junho a novembro e estação chuvosa de dezembro a maio. A média anual de precipitação é de 2.239 mm, com 66,1% distribuídas na estação chuvosa e 33,9% na estação seca. As temperaturas médias variam de 25,2 °C a 26,2 °C ao ano. (Arruda, 2005; Prudente et al., 2010). A região é basicamente composta por dois grandes grupos de vegetação: floresta ombrófila densa de ‘terra firme’ (representando 80 a 85% da cobertura vegetal) e ‘várzeas’ permanentes ou periodicamente inundadas (Prudente et al., 2010; Santos Júnior et al., 2006).

Uma cronosequência formada por duas florestas primárias e três clareiras com diferentes idades de reflorestamento (5, 10 e 15 anos) com as seguintes espécies nativas da região produzidas via seminal: lacre (*Vismia guinensis*), ingá (*Inga edulis* Mart.), Angelim-pedra (*Dinizia excelsa*), goiaba-de-anta (*Bellucia dichotoma* Triana), jamelão [*Eugenia cumini* (L.) Druce], sapota [*Chrysophyllum sanguinolentum* (Piere) Baehni], embaúba (*Cecropia ficifolia* Smeth), angico (*Abarema piresii*), embaubão (*Cecropia sciadophylla* Mart) e sucuúba (*Himantanthus sucuuba*) plantadas ao acaso, simulando uma dispersão florestal.

O manejo de recuperação e replantio da cobertura vegetal nas clareiras foi baseado na correção da acidez do solo com aplicação de duas toneladas de calcário dolomítico (PRNT 85%) em área total para atingir a saturação por bases (V%) a 50% e adubação de plantio realizada 30 dias antes do plantio das mudas na cova (no início do período das chuvas na região) com dois litros de composto orgânico proveniente da usina de tratamento de resíduo da BOGPM [composição química média: 38 mg kg⁻¹ de Cu, 158 mg kg⁻¹ de Fe, 60 mg kg⁻¹ de Mn e 110 mg kg⁻¹ de Zn (Uchoa et al., 2006)]. Foi também aplicado 200 g do formulado 10–30–10 (N–P₂O₅–K₂O) e 50 kg de MgSO₄ (55% de Mg) feitas em covas de 40×40×40 cm e em cobertura (50±5 cm) ao redor das plantas (Santos Júnior et al., 2006).

Em cada clareira (áreas 18, 21 e 22) e na floresta primária (áreas 15 e 10) foram coletadas dez amostras de solo nas entrelinhas de plantio com trado tipo holandês nas profundidades (0–10 cm e 11–30 cm). Posteriormente, estas foram secas ao ar (TFSA), passadas em peneiras de 2,0 mm e levadas ao laboratório para determinação do pH (água), P e K disponível (extrator Mehlich 1), Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocável (KCl 1,0 mol L⁻¹), H⁺+Al³⁺ (acetato de cálcio 1,0 mol L⁻¹) e Cu, Fe, Mn e Zn disponível (Mehlich 1), CTC a pH 7,0 e matéria orgânica (MO) do solo, conforme metodologias descritas pela Embrapa (1997).

Para verificar o equilíbrio iônico do K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ do solo, foi determinado as relações Ca²⁺/Mg²⁺, Mg²⁺/K⁺, Ca²⁺/K⁺ e K⁺/(Ca²⁺+Mg²⁺) e o balanço de íons na CTC do solo de acordo com de acordo com Tomé Júnior (1997).

Os dados foram tabulados para verificação da distribuição normal (média, mediana, desvio padrão, curtose e assimetria) e homogeneidade de variâncias. Devido à ausência de faixas de interpretação da disponibilidade de nutrientes no solo para o Estado do Amazonas, os valores encontrados foram comparados com as faixas de suficiência de fertilidade indicadas por Ribeiro et al. (1999) para o Estado de Minas Gerais.

Resultado e Discussão

Nas Tabelas 1, 2 e 3 são apresentados os resultados dos atributos químicos do solo nas profundidades de 0–10 cm e 11–30 cm das três áreas reflorestadas [clareiras 18 (10 anos), 21 (5 anos) e 22 (15 anos)] e

nas duas florestas primárias (áreas 10 e 15). Para as profundidades, ano de plantio das espécies florestais nas clareiras e do teor de MO, a aplicação dos fertilizantes e corretivos da acidez não acarretaram em aumento dos teores de P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ do solo para níveis próximos dos considerados adequados, independentemente do tipo cultura instalada (Ribeiro et al., 1999). De acordo Pezarico et al. (2013), ambientes mais afetados quanto à qualidade do solo indicam tendências à degradação ambiental, visto que mesmo com a introdução e diversificação no plantio com espécies nativas da região, que apresentam diferentes características sucessionais nas clareiras, na floresta primária, devido às condições clímax, existem condições mais favoráveis para a melhoria e manutenção da qualidade química e biológica do solo (Poggiani & Schumacher, 2004).

Na profundidade de 0–10 cm e 11–30 cm, exceto os teores de MO, Ca²⁺, Fe e Mn no solo, os valores de pH, P, K⁺, Mg²⁺, H⁺+Al³⁺, Cu e Zn apresentaram valores de média e mediana semelhantes e coeficientes de assimetria e curtose considerados próximos de zero (Tabela 1), o que indica que a distribuição dessas variáveis se assemelha a uma normal (Freitas et al., 2008), ou seja, não houve variabilidade do manejo adotado. No entanto, os altos coeficientes de variação verificados nos atributos químicos do solo (Tabela 1) corroboram Coelho (2004) sobre a alta variabilidade existente entre os cátions trocáveis e a MO do solo, possivelmente decorrente das mudanças intrínsecas dos processos de formação da camada superficial do solo com a incorporação de diferentes resíduos vegetais (folhas, sementes, galhos, etc.) dentro dos anos de plantio ocasionados pelo balanço existente entre o tempo de reposição florestal e a área que está sendo coberta durante desenvolvimento das plantas (Moreira e Costa, 2004).

Nas condições estudadas, devido à grande disponibilidade de resíduos orgânicos proveniente da compostagem feita na BOGPM, a aplicação durante vários anos de material orgânico diminuiria esta variação, visto que o aumento da quantidade aplicada no plantio das mudas e em cobertura até a formação da copa seria uma alternativa viável nas condições estudadas e ocasionaria em maior economia no uso de fertilizantes químicos Moreira & Gonçalves, 2006; Arruda et al., 2012).

Tabela 1. Análise descritiva das propriedades químicas do solo sob floresta primária e clareiras reflorestadas

Medidas	pH H ₂ O	P ---mg dm ⁻³ ---	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺ ----- cmol _c dm ⁻³ -----	H ⁺ +Al ³⁺	MO g dag ⁻¹	Cu	Fe -----mg dm ⁻³ -----	Mn	Zn
0-10 cm											
Média	4,8	2	32,2	0,47	0,08	8,8	26,1	0,33	115	0,86	0,76
Mediana	4,6	2	30	0,04	0,08	10,3	16,8	0,3	92	0,91	0,69
Mínimo	4	1	21	0,03	0,03	3	9,2	0,21	21	0,17	0,44
Máximo	6,6	4	43	2,13	0,17	11,3	49,2	0,63	217	1,51	1,31
Assimetria	1,12	1,08	0,14	1,67	1,31	-0,42	0,46	0,48	0,23	0,23	0,95
Curtose	0,06	0,08	-0,2	1,15	0,53	0,61	-2,05	0,82	-2,06	-2,1	-0,26
Desvio Padrão	0,99	1,2	9,4	0,86	0,05	3,2	17,5	0,16	84,89	0,6	0,33
CV %	20,4	57,7	29	174,9	65,8	30,4	66,8	48,4	73,2	69,4	42,7
Shapiro Wilk	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	*	*	ns
11-30 cm											
Média	4,8	0,6	25,4	0,08	0,05	8,6	13,1	0,29	77,8	8,83	0,42
Mediana	4,9	0,4	22	0,04	0,04	8,3	5,8	0,31	49	0,5	0,4
Mínimo	3,9	0,4	20	0,02	0,01	4,8	3,4	0,2	9	0,13	0,37
Máximo	5,9	1	40	0,21	0,09	12,8	29	0,37	233	42	0,54
Assimetria	0,27	0,48	1,7	0,27	0,3	0,3	0,65	-0,2	1,34	1,78	1,15
Curtose	-0,33	-0,28	1,26	1,18	-0,65	-0,21	-1,65	1	0,47	1,4	-0,01
Desvio Padrão	0,8	0,31	7,76	0,07	0,03	2,7	10,8	0,06	86,6	17,49	0,07
CV %	17	48,4	30,6	94	68,9	31,7	82,4	21,3	111,3	197,9	15,8
Shapiro Wilk	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	*	*	ns
Média das profundidades											
Média	4,8	1,3	28	0,3	0,06	8,7	19,6	0,31	96,4	4,85	0,59
Mediana	4,4	1	24	0,04	0,06	9	14,7	0,31	65,5	0,71	0,48
Mínimo	3,9	0,4	20	0,02	0,01	3	3,4	0,2	9	0,13	0,37
Máximo	6,6	4	43	2,13	0,13	12,8	49,2	0,63	233	42	1,31
Assimetria	0,87	1,78	0,78	2,95	1,48	-0,75	0,95	0,1	1,73	3,15	1,9
Curtose	0,01	0,5	-0,39	9,15	2,96	0,25	-0,31	0,33	-1,29	9,95	0,66
Desvio Padrão	0,91	1,1	9,32	0,65	0,05	3	16,9	0,12	87,6	13,07	0,28
CV %	18,9	84	32,4	217,3	74	34,2	81,9	40,1	90,9	269,6	49,7
Shapiro Wilk	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	*	*	ns

*significativo a 5% de probabilidade. ns não significativo.

A acidez potencial (H^++Al^{3+}) permaneceu elevada (Ribeiro et al., 1999), independente da profundidade e do local amostrado (Tabela 2), mesmo assim, houve redução de 73% dos níveis até cinco anos do plantio das mudas, possivelmente em função dos efeitos da calagem, que apesar de não ter atingido os 50% da saturação por base, ocasionou em elevação a níveis próximos da floresta primária (Tabela 2). Os teores elevados do H^++Al^{3+} verificados corroboram Demattê (1988) e Moreira & Fageria, 2009, ao reportarem, que mesmo sob floresta primária e diferentes tipos de manejo, os solos da região central da Amazônia apresentam carência de bases trocáveis, sendo os sítios de troca ocupados quase que exclusivamente por estes

dois íons. No caso do pH, semelhante a acidez potencial, a alteração provavelmente foi devida a quantidade de calcário aplicada e elevação do teor de MO verificado do plantio mais novo (5 anos) para o mais antigo (15 anos), o que acarreta em possível elevação do poder tampão, o que pode dificultar a mudança de faixa de pH do solo (Raij, 1997).

No caso da MO, como verificado por Moreira e Costa (2004) nas mesmas condições de manejo, mesmo com a elevação dos teores nas duas profundidades amostradas, os valores ficaram 243,6% inferiores a média das duas florestas primárias, mesmo após 15 anos de plantio das árvores para a reposição florestal (Tabela 2), indicando que os efeitos negativos com a

Tabela 2. Atributos químicos do solo (MOS) de áreas alteradas (clareiras) e da floresta primária na BOGPM. Município de Coari, AM

Clareiras/Profundidade	pH água	P ---mg dm ⁻³ ---	K -----	Ca ²⁺ -----	Mg ² cmol _c dm ⁻³ -----	H ⁺ +Al ³⁺ -----	MOS g kg ⁻¹
15 (Floresta primária) ⁽¹⁾							
0-10 cm	4,0	2,0	43,0	0,04	0,08	11,5	43,9
11-30 cm	4,0	1,0	22,0	0,03	0,02	9,3	21,4
10 (Floresta primária) ⁽¹⁾							
0-10 cm	4,0	1,0	21,0	0,03	0,06	10,8	49,2
11-30 cm	3,9	1,0	40,0	0,04	0,07	12,8	30
21 (reflorestamento de cinco anos)							
0-10 cm	6,6	1,0	30,0	2,13	0,17	3,0	9,2
11-30 cm	5,9	0,4	22,0	0,95	0,09	4,8	3,4
18 (reflorestamento de dez anos)							
0-10 cm	5,0	4,0	25,0	0,38	0,05	8,6	12,6
11-30 cm	5,1	0,4	20,0	0,21	0,01	8,3	5,7
2 (reflorestamento de quinze anos)							
0-10 cm	4,6	2,0	42,0	0,03	0,03	10,3	16,8
11-30 cm	4,9	0,4	23,0	0,02	0,04	7,8	5,8
Ribeiro et al. (1999) ⁽²⁾	5,5-6,0	8,1-12,0	71-12	2,4-4,0	0,9-1,5	5,0-9,0 ⁽²⁾	4,0-7,0

⁽¹⁾Áreas adjacentes as clareiras. ⁽²⁾utilizados como referência, extrator Mehlich 1 (P e K disponível), KCl 1,0 mol L⁻¹ (Ca²⁺ e Mg²⁺ trocável), acetato de cálcio 1,0 mol L⁻¹ (H⁺+Al³⁺ trocável) e Walkley Black (MOS). ⁽²⁾teores considerados alto.

Tabela 3. Teores de Al³⁺ trocável e micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) disponíveis no solo em áreas alteradas (clareiras) e da floresta primária na BOGPM. Município de Coari, AM

Profundidade	Al ³⁺ - cmol _c dm ⁻³	Cu -----	Fe ----- mg dm ⁻³ -----	Mn -----	Zn
15 (Floresta primária) ⁽¹⁾					
0-10	3,89	0,22	217	1,44	0,85
11-30	3,54	0,31	233	1,33	0,54
10 (Floresta primária) ⁽¹⁾					
0-10	4,93	0,31	200	0,91	0,52
11-30	4,42	0,37	84	42	0,37
21 (reflorestamento de cinco anos)					
0-10	1,55	0,63	92	1,51	1,31
11-30	3,35	0,2	49	0,5	0,44
18 (reflorestamento de dez anos)					
0-10	4,53	0,21	21	0,26	0,44
11-30	5,62	0,25	9	0,21	0,37
22 (reflorestamento de quinze anos)					
0-10	6,68	0,3	45	0,17	0,69
11-30	6,2	0,31	14	0,13	0,4
Ribeiro et al. (1999) ⁽²⁾	1,0-2,0 ⁽²⁾	1,3-1,8	31-45	0,9 a 1,2	1,6-2,2

⁽¹⁾Áreas adjacentes as clareiras. ⁽²⁾teores utilizados como referência, extrator Mehlich 1 (Cu, Fe, Mn e Zn disponível) e KCl 1,0 mol L⁻¹ (Al³⁺ trocável), acetato de cálcio 1,0 mol L⁻¹. ⁽²⁾teor de Al considerado alto.

retirada da floresta primária na Amazônia são apenas minimizados com o reflorestamento das áreas, mesmo com planta adaptadas as condições edafoclimáticas estudadas.

Utilizando ainda, o valor 50% na saturação por bases (V) como adequadas para plantas de baixa exigência nutricional (Raij, 1997), nas clareiras 5, 10 e 15 anos seriam necessários, além das duas toneladas por hectare de calcário utilizada no plantio, a suplementação de 0,16, 2,13 e 2,66 t ha⁻¹ do mesmo corretivo para alcançar o V% almejado e repor as necessidades das plantas. Em solo com elevada acidez potencial, o principal efeito da aplicação de corretivos da acidez do solo é reduzir a atividade do Al³⁺ trocável (Raij, 1991; Havlin et al., 1999).

Mesmo o reflorestamento tendo sido feito com plantas oriundas da região, adaptadas a solos de baixa fertilidade natural (Rodrigues et al., 2006), a aplicação de 0,2 kg do formulado 10–30–10 (N–P₂O₅–K₂O) num raio de 50 cm ao redor das plantas somente no plantio não foi suficiente para suprir as exigências nutricionais por vários anos, o que indica a necessidade de adubação de cobertura apara acelerar a regeneração das clareiras. O desbalanço e/ou carência nutricional podem ter acarretado em sintomas visuais de deficiências de N e K em todas as plantas, independente da espécie e idade de plantio.

O manejo da adubação feita com aplicação total dos fertilizantes somente na época de plantio nas condições edafoclimáticas estudadas com alta pluviosidade (Arruda, 2005) apresentou baixa eficiência, indicando a necessidade de parcelamento até o estabelecimento pleno das plantas. Tal resultado, sugere que devido o desenvolvimento vegetativo inicial lento característico das plantas da região e ao alto pluviométrico local (>2000 mm ano⁻¹), que acarreta na lixiviação de nutrientes no perfil do solo, principalmente dos mais solúveis, como o N e K.

Em locais com condições climáticas do ecossistema amazônico, Müller et al. (2000) em sistemas de consórcio de espécies florestais, e palmeiras usadas para recuperação de áreas desmatadas no município de Santa Izabel, Estado do Pará, também verificaram que além do calcário seria necessária a aplicação de fertilizantes no plantio: a) espécies florestais: aplicar dois litros de esterco de galinha poedeira e 0,2 kg de superfosfato triplo – SFT (40% de P₂O₅); b) palmeiras

e frutíferas: aplicar dois litros de esterco de galinha e 0,2 kg de SFT na cova e em cobertura no primeiro ano de 0,07 kg do formulado N-P-K (10-18-20 + 0,03 kg de cloreto de potássio – KCl (60% de K₂O) misturado na projeção da copa, e no segundo ano o dobro dessas quantidades, ou seja, bem acima da adubação utilizada na recuperação das clareiras.

Os atributos químicos do solo, mesmo utilizando as recomendações descritas por Müller et al. (2000), seriam necessários alguns ajustes para obter maior eficiência na adubação para os distróficos da Amazônia, como a substituição do SFT (42±2% de P₂O₅) por superfosfato simples (18% de P₂O₅), visto ser fonte de P, Ca e enxofre (S).

A elevação dos teores de MOS (Tabela 2) não proporcionou aumento na disponibilidade de micronutrientes (Tabela 3). A exceção do Fe disponível, os teores de Cu, Mn e Zn disponível foram semelhantes aos obtidos por Moreira et al. (2009) no mesmo tipo de solo e ficaram abaixo das faixas consideradas adequadas por Ribeiro et al. (1999) com o extrator Mehlich 1 (Tabela 3). Apesar do aumento das quantidades de MO nas áreas de clareiras, os teores médios das duas florestas primárias (46,6 g kg⁻¹) na camada de 0–10 cm foram de 406,5%, 298,8% e 177,4% superiores as jazidas com 5, 10 e 15 anos de plantio, respectivamente.

Tais resultados concordam com Moreira e Costa (2004), que nas mesmas condições edafoclimáticas, verificaram que a alteração do ambiente ocasionada pela retirada da camada superficial do solo alterou o teor de MO e os atributos químicos do solo. Isso sugere a necessidade de maior aporte inicial de fertilizantes químicos (minerais) e/ou orgânicos na regeneração das clareiras, restituindo o mais rápido possível a fertilidade do solo (Tabelas 1, 2 e 3).

A mudança da cobertura vegetal e profundidade de solo amostrada, mesmo com aplicação de calcário e MgSO₄, acarretaram em variações no balanço de íons na CTC, ficando abaixo dos valores gerais tidos como adequados de K⁺ (Tabela 4), que devem estar entre 3% a 5%, enquanto os de Ca²⁺ e Mg²⁺ devem apresentar de 50% a 70% e de 10% a 15% da CTC, respectivamente (Tomé Júnior, 1997). Devido à baixa disponibilidade de K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ no solo (Tabelas 1 e 2), as relações Ca²⁺/Mg²⁺, Ca²⁺/K⁺, Mg²⁺/K⁺ e K⁺/(Ca²⁺+Mg²⁺) foram elevadas (Tabela 4), indicando que

Tabela 4. Balanço dos íons K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} na CTC e relações Ca^{2+}/Mg^{2+} , Ca^{2+}/K^+ , Mg^{2+}/K^+ e $K^+/(Ca^{2+}+Mg^{2+})$ na porcentagem de saturação por cátions da CTC nas clareiras e na floresta primária em diferentes profundidades.

Profundidades cm	Balanço de íons			Ca^{2+}/Mg^+	Ca^{2+}/K^+	Mg^{2+}/K^+	$K^+/(Ca^{2+}+Mg^{2+})$
	$K^{(1)}$	Ca^{2+}	Mg^{2+} ---- % ----				
15 (Floresta primária) ⁽²⁾							
0-10 cm	1,27	0,34	0,69	0,50	0,27	0,54	1,23
11-30 cm	0,65	0,26	0,17	1,50	0,40	0,27	1,51
10 (Floresta primária) ⁽²⁾							
0-10 cm	0,62	0,26	0,52	0,50	0,42	0,83	0,80
11-30 cm	1,18	0,34	0,60	0,57	0,29	0,51	1,25
21 (reflorestamento de cinco anos)							
0-10 cm	1,42	39,66	3,16	12,53	20,70	1,65	0,04
11-30 cm	0,94	15,99	1,51	1,06	1,26	1,19	0,41
18 (reflorestamento de dez anos)							
0-10 cm	0,70	4,18	0,55	7,60	4,44	0,58	0,20
11-30 cm	0,60	2,46	0,12	21,0	3,07	0,15	0,31
22 (reflorestamento de quinze anos)							
0-10 cm	1,02	0,29	0,29	1,00	0,21	0,21	2,40
11-30 cm	0,74	0,51	0,51	0,50	0,25	0,51	1,31
Média 0-10	1,01	8,95	1,04	4,43	5,21	0,76	0,93
Média 11-30	0,82	3,91	0,58	4,93	1,05	0,53	0,96
Média geral	0,85	2,41	0,53	4,68	3,13	0,64	0,95

⁽¹⁾Extrator Mehlich 1 (K disponível) e $KCl 1,0 \text{ mol L}^{-1}$ (Ca^{2+} e Mg^{2+} trocável). Saturação de $K = (K^+/CTC) \times 100$; saturação de $Ca = (Ca^{2+}/CTC) \times 100$; saturação de magnésio = $(Mg^{2+}/CTC) \times 100$. ⁽²⁾Áreas adjacentes as clareiras.

se for feita uma adubação equilibrada, essas relações podem ser mantidas, aumentando a eficiência de uso desses nutrientes.

Conclusões

O manejo adotado na revegetação das clareiras nas condições edafoclimáticas da Amazônia Central indicam que a manutenção da fertilidade do solo está diretamente associada ao teor de matéria orgânica e somente a prática adubação realizada por ocasião do plantio nas áreas de clareiras não foi suficiente para elevar os teores disponíveis aos níveis de floresta primária.

Agradecimentos

À FINEP/Petrobrás (Programa CTPetro), pelo suporte financeiro e apoio logístico para realização deste trabalho e a Embrapa Amazônia Ocidental pelas análises laboratoriais.

Literatura Citada

- ARRUDA, M. R., et al. 2012. Produtividade, fertilidade do solo e estado nutricional de clones de guaranazeiro cultivados com fontes orgânicas de nutrientes. Revista de Ciências Agrárias (Brasil) 55:311-317.
- ARRUDA, W. C. 2005. Estimativa dos processos erosivos na base de Operações Geólogo Pedro de Moura – URUCU – Coari – AM. Dissertação Mestrado. Manaus, AM, Universidade Federal do Amazonas, 80p.
- COELHO, A. M. 2004. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. In: Curi, N., et al, eds. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, MG, SBCS. pp.529-562.
- DEMATTÊ, J. L. I. 1988. Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos – Região Amazônica. Campinas, SP, Fundação Cargill. 215p.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. 1997. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA / CNPS. 212p.
- FEARNSIDE, P. M. 1999. Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forest: risks, value and conservation. Environment Conservation 26:305-321.
- FREITAS, A. R., et al. 2008. Técnica de análises exploratórias em dados de cultivares de alfafa. Revista Brasileira de Zootecnia. 37:1531-1536.
- HAVLIN, J. L., et al. 1999. Soil fertility and fertilizers, an introduction to nutrient management. Upper Saddle River, EUA, Prentice Hall. 499p.
- LIMA FILHO, D. A., et al. 2001. Inventário florístico de floresta umbrófila densa de terra firme, na região do rio Urucu, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica 31(4):565-579.
- MALAVOLTA, E. 1987. Fertilidade dos solos da Amazônia. In Vieira, L. S.; Santos, P. C. T. C., eds. Amazônia: seus solos e outros recursos naturais. São Paulo, SP, Agronômica Ceres. pp.374-416.
- MOREIRA, A.; COSTA, D. G. 2004. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta amazônica. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39(10):1013-1020.
- MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. 2009. Soil chemical attributes of Amazonas State, Brazil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 40(17/18):2912-2925.
- MOREIRA, A.; GONÇALVES, J. R. P. 2006. Available Phosphorus and Potassium Status of Soils of Amazonas State. Better Crops 90(1):30-32.
- MOREIRA, A; TEIXEIRA, W. G.; MARTINS, G. C. 2009. Extratores e disponibilidade de micronutrientes em Terra Preta do Índio da Amazônia central (Brasil). Ciencia del Suelo (Argentina) 27:127-134.
- MÜLLER, C. H., et al. 2000. Sistemas de consórcio envolvendo o cupuaçzeiro (*Theobroma grandiflorum*) como cultura principal. In Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Manaus, AM, EMBRAPA. pp.306-309.
- PEZARICO, C. R., et al. 2013. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. Revista de Ciências Agrárias 56:40-47.
- POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. 2004. Nutrient cycling in native forest. In: Gonçalves, J. L. M.; Benedetti, V. eds. Forest and fertilization. Piracicaba, SP, IPEF. pp.285-306.
- PRUDENTE, A. L. C., et al. 2010. Serpentes da Bacia petrolífera de Urucu, Município de Coari, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica, 40:381-386.
- RAIJ, B. van. 1991. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, SP, Potafós/Ceres. 343p.
- RAIJ, B. van et al. 1997. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, SP, Instituto Agronômico de Campinas. 285p.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES VENEGAS, V. H. 1999. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5^a Aproximação. Viçosa, MG, SFSEMG. 359p.
- RODRIGUES, M. R. L.; BARROS, M. E.; TEIXEIRA, W. G. 2006. Produção de mudas florestais para plantio em áreas degradadas da província petrolífera de Urucu, Coari – Amazonas. In Workshop de Avaliação Técnica e Científica. Manaus, AM, CTpetro Amazônia. 4p.
- SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J. G. 1981. Low input management technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. Advances in Agronomy 34:279-406.
- SANTOS JÚNIOR, U. M.; GONÇALVES, J. F. C.; FELPAUSCH, T. R. 2006. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. Forest Ecology and Management 226:299-309.
- STARK, N. 1970. Nutrient cycling: nutrient distribution in some Amazonian soils. Tropical Ecology 12(1):24-50.
- TOMÉ JUNIOR, J. B. 1997. Manual para interpretação de análise de solo. Guaíba, RS, Editora Agropecuária. 247p.
- UCHOA, J. I., et al. 2006. Caracterização química dos compostos orgânicos produzidos na Estação de Tratamentos de Resíduos da Base Petrolífera de Urucu. In Workshop de Avaliação Técnica e Científica Manaus, AM, CTpetro Amazônia. 4p.
- VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. 1987. Amazônia: seus solos e outros recursos naturais. São Paulo, SP, Agronômica Ceres. 416p



LEVANTAMENTO POPULACIONAL E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS SOBRE *Anastrepha* (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM POMAR DE *Achras sapota* (SAPOTACEAE) NO SUL DA BAHIA

**Adriano Murielle Santos de Menezes¹, Olívia Oliveira dos Santos², Elisângela Alves dos Santos
Felix Melo³, Maria Aparecida Castellani⁴, Maria Aparecida Leão Bittencourt⁵**

Centro Estadual de Educação Profissional do Campo Milton Santos, Assentamento Terra Vista, km 4, Arataca, Bahia, Brasil. anomuri@hotmail.com; ²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Estrada Bem Querer, km 4, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, olvagro@yahoo.com.br; ³UESC, Rod. Jorge Amado, km 16, Ilhéus, Bahia, Brasil, elis01agro@yahoo.com.br; ⁴Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Estrada do Bem-Querer, km 4, Caixa Postal 95, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, cidinhacastellani@gmail.com; ⁵Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Rod. Jorge Amado, km 16, Ilhéus, Bahia, Brasil, malbitte@uesc.br

Os gêneros *Anastrepha* e *Ceratitis* (Diptera: Tephritidae) englobam espécies pragas de importância econômica e quarentenária no Brasil. Este trabalho teve como objetivos: estabelecer o índice MAD (moscas/armadilha/dia) em um pomar comercial de sapota (*Achras sapota* - Sapotaceae) e avaliar a eficiência de produtos para o controle de moscas-das-frutas. Foram instaladas cinco armadilhas do tipo McPhail contendo proteína hidrolisada (BioAnastrepha®) a 5% de concentração, no período de dezembro de 2010 a dezembro de 2011 em pomar comercial em Canavieiras, região Sul da Bahia. Semanalmente, foi realizada a coleta dos insetos e a troca dos atrativos das armadilhas e os insetos capturados foram mantidos em etanol a 70%. Os tratamentos avaliados sobre moscas-das-frutas foram: Azamax® (Azadiractin A/B 12 g.L⁻¹), Neemseto® (produto a base de *Azadirachta indica*), Success 0,02CB® (Espinosa 0,24 g.L⁻¹), Decis 25 EC® (Deltametrina 25 g.L⁻¹), e a testemunha (pulverização com água). O experimento foi em blocos inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo que cada unidade experimental foi composta de dois sapotizeiros (3,0 m x 3,0 m; 16 anos) e a unidade amostral correspondeu a 20 frutos por tratamento. Antes da aplicação dos tratamentos foi realizada uma coleta de frutos (pré-amostragem) com a finalidade de estabelecer a intensidade de infestação [II = número de pupários obtidos ÷ peso dos frutos], e novas coletas foram realizadas a cada 15 dias para avaliar o efeito dos tratamentos. Observou-se que o pico populacional ocorreu no mês de dezembro de 2010 com índice MAD de 5,06, e *Anastrepha serpentina* correspondeu a 85,6% das fêmeas capturadas. O índice de infestação variou de zero a 31,7 pupários/kg de fruto, com diminuição após as pulverizações dos tratamentos. Observou-se que os melhores tratamentos foram o Success 0,02CB® que reduziu em 100% a infestação das moscas-das-frutas; e o Decis 25 EC® que causou redução acima de 94%. Os outros tratamentos foram menos eficientes, o Azamax® causou redução média de 58%, e o Neemseto® não diferiu estatisticamente da testemunha.

Palavras-chave: Moscas-das-frutas, Controle químico, Fruticultura.

Population survey and evaluation of plant protection products on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) in an *Achras sapota* orchard (Sapotaceae) in Southern Bahia.

Genera *Anastrepha* and *Ceratitis* (Diptera: Tephritidae) encompass pest species of economic and quarantine importance in Brazil. The aim of this study was to establish the FTD index (flies/trap/day) in a commercial sapota orchard (*Achras sapota* – Sapotaceae) and evaluate the efficiency of products for controlling fruit flies. Between December 2010 and December 2011, five McPhail-type traps containing 5% hydrolyzed protein were installed in a commercial orchard in Canavieiras, Southern region of Bahia. Insects were collected, and the trap bait was changed weekly; the captured insects were maintained in 70% ethanol. The fruit fly treatments evaluated were Azamax® (Azadiractin A/B 12 g.L⁻¹), Neemseto® (*Azadirachta indica* basead product), Success® (Espinosa 0,24 g.L⁻¹), Decis 25 EC® (Deltametrina 25 g.L⁻¹), and the control (water). The experiment was performed using completely

randomized blocks and repeated five times. Each experimental unit consisted of two trees (3,0 m x 3,0 m; 16 years), and the sample unit corresponded to 20 fruits per treatment; before administering the treatments, fruits were collected (pre-sampling) in order to establish the intensity of infestation [II = number of puparia obtained ÷ fruit weight], and new samples were collected every 15 days to evaluate the effect of the treatments. The population peaked in December 2010 with a FTD index of 5.06, and 85.6% of the captured females were *Anastrepha serpentina*. The infestation index varied from 0 to 31.7 puparia/kg of fruit, and a decrease in the index was observed after the treatments. It was observed that the best treatments were Success 0.02CB®, which reduced 100% of the fruit fly infestation, and Decis 25 EC®, which resulted in a reduction of over 94%. The other treatments were less efficient. Azamax® resulted in an average reduction of 58%, and the efficiency of Neemseto® was not statistically different from that of the control.

Key words: Fruit-flies, Chemical control, Fruit trees.

Introdução

Em 2013, o Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de frutas atrás apenas da China e da Índia, com um volume de produção estimado em 43,6 milhões de toneladas. O cultivo de frutas abrangia área de 2,143 milhões de hectares em 2012, com recuo de 4,07% no comparativo com a temporada anterior. Além do pomar menor, também a queda de produção de espécies significativas contribuiu para a redução do total de frutas colhidas no Brasil em 2012 (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2013; IBRAF, 2013). O estado da Bahia, segundo lugar em produção de frutas nos últimos anos, produziu em 2012 o total de 4.748 milhões de toneladas, com destaque para o coco-dabaíá, mamão, manga e maracujá (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2013).

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) constituem um dos principais problemas fitossanitários para a agricultura, principalmente quando o objetivo é o mercado externo, devido às barreiras quarentenárias impostas pelos países importadores de frutas ‘in natura’. Os problemas estão relacionados aos danos econômicos significativos, e em algumas regiões as moscas-das-frutas podem comprometer até 100% da produção de frutos (Raga; Souza Filho, 2000; Sá et al., 2008). Do gênero *Anastrepha* Schiner, tipicamente Neotropical, há registro de 115 espécies no Brasil, e dessas 31 espécies no estado da Bahia (Uramoto; Walder; Zucchi, 2004; Zucchi, 2000a; 2008). A incidência de moscas-das-frutas resulta em altos custos da produção, em razão das frequentes aplicações de inseticidas para seu controle. Isso ocorre porque muitas vezes o produtor rural, lançando mão inadequadamente do monitoramento, acaba por usar grandes quantidades de inseticidas, sem

saber ao certo qual a espécie é a infestante e o grau de infestação (Bittencourt et al., 2006).

O sapotizeiro (*Achras sapota* L. – Sapotaceae), nativo do Sul do México e da América Central, tem sido cultivado em várias regiões das Américas tropicais, Caribe e América do Sul. A planta se adapta bem a quase todos os tipos de solos e climas, porém se desenvolve melhor em regiões de clima quente, com bastante umidade, como o encontrado nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. O fruto é denominado de sapoti ou sapota no Brasil, porém como as características das plantas e dos frutos não foram perpetuadas por meio da reprodução sexuada as diferenças não podem ser caracterizadas como variedades botânicas. Existe, no entanto, uma classificação aceita para diferenciá-las: as sapotas são frutos arredondados e de tamanho maior que os sapos, que são ovalados e mais leves (Bandeira et al., 2003).

Neste contexto, a busca de sistemas de cultivo mais sustentáveis se torna imprescindível, uma vez que com menor dependência do uso de agrotóxicos não seletivos e com o manejo adequado dos recursos naturais, pode-se evitar a degradação do ambiente. Portanto, devido à importância do agronegócio da fruticultura na Bahia, os objetivos deste trabalho foram: estabelecer o índice MAD (mosca/armadilha/dia) em um pomar comercial de sapotas e avaliar a eficiência de produtos para o controle de moscas-das-frutas em campo.

Material e Métodos

Os estudos em campo foram conduzidos em Canavieiras (15° 40' S; 38° 56' W; 5 m), região do Litoral Sul da Bahia, em pomar comercial de sapota com 16 anos de idade e espaçamento de 3,0 m x 3,0 m, irrigado por meio de microaspersores. O período

de amostragem foi de dezembro/2010 a dezembro/2011, tendo sido instaladas cinco armadilhas do tipo McPhail, no terço médio das plantas, contendo como atrativo alimentar proteína hidrolisada (BioAnastrepha®) a 5,0% de concentração. O levantamento populacional foi avaliado com base em análises gráficas do total de adultos de moscas-das-frutas capturadas nas armadilhas do tipo McPhail.

Semanalmente, foi realizada a coleta dos insetos e a troca dos atrativos das armadilhas; os insetos capturados foram colocados em recipientes plásticos etiquetados contendo etanol a 70%, e levados para o laboratório de Controle Biológico da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), para a contagem e a identificação das espécies. Por meio dos resultados obtidos nas armadilhas, foi calculado o índice MAD mensal (n° de moscas capturadas/ n° de armadilhas instaladas/ dias da armadilha em campo). As identificações foram feitas sob microscópio estereoscópico (56x), com base no acúleo das fêmeas de *Anastrepha* segundo a metodologia descrita por Zucchi (2000b).

No experimento em campo, foram avaliados os seguintes produtos químicos sobre moscas-das-frutas foram: Azamax® (Azadiractin A/B 12 g.L⁻¹), Neemseto® (produto a base de nim – *Azadirachta indica*), Success 0,02CB® (Espinosa 0,24 g.L⁻¹), Decis 25 EC® (Deltametrina 25 g.L⁻¹), e a testemunha (pulverização com água).

A preparação das caldas foi realizada seguindo as recomendações dos fabricantes, sendo a concentração de 1,2% para Azamax® e de 1,0% para o Neemseto®, tendo sido pulverizados de forma a cobrir toda planta. O Success® foi misturado com água na proporção de uma parte de produto para 1,5 partes de água. Primeiramente foi adicionado metade do volume de água ao volume total da isca concentrada e então adicionado o restante da água, o qual foi pulverizado em aproximadamente 1 m² de copa por planta em um dos lados da mesma, tendo sido utilizado o bico D5. A calda do Decis® foi preparada utilizando-se 50 mL do produto para cada 100 litros de água, sendo aplicada na forma de cobertura total. As aplicações foram feitas com pulverizador costal de alavanca 20 litros Guarany® que trabalha com pressão constante de 45 psi.

O experimento foi em blocos inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo que cada

unidade experimental foi composta de dois sapotizeiros. Antes da aplicação dos tratamentos, foi realizada uma coleta de frutos com a finalidade de estabelecer a intensidade de infestação da praga (pré-amostragem), tendo sido realizadas outras amostragens de frutos a cada 15 dias, para avaliar o efeito dos tratamentos na infestação de moscas-das-frutas. A unidade amostral correspondeu a 20 frutos por tratamento. No total, foram realizadas três aplicações dos tratamentos e quatro amostragens de frutos.

Os frutos foram pesados e individualizados em potes plásticos, tendo sido utilizado vermiculita como substrato para pupação das larvas de moscas. Os pupários obtidos foram contados e transferidos para recipientes plásticos contendo uma camada de vermiculita úmida, e alocados em câmaras climáticas do tipo BOD ($25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$) até a emergência dos adultos.

Os tefritídeos que emergiram foram alimentados com solução de mel por um período de 24 horas para obterem a coloração típica. Exemplares de *C. capitata* e machos de *Anastrepha* foram contados e descartados. As fêmeas de *Anastrepha*, após o período de 24 horas, foram mortas e conservadas em álcool a 70% até a identificação das espécies com base no acúleo seguindo a metodologia descrita por Zucchi (2000b). Os dados obtidos foram registrados em uma ficha de acompanhamento, correspondentes a cada amostra.

Foi calculado o índice de infestação de moscas-das-frutas [II = número de pupários obtidos \div peso dos frutos]. O efeito dos tratamentos sobre a infestação dos insetos em campo foi avaliado por meio de delineamento estatístico (ANOVA) utilizando o teste de Tukey (5% de probabilidade) para a comparação das médias entre os tratamentos.

Resultado e Discussão

1. Ocorrência sazonal das moscas-das-frutas

No pomar de sapota, foram capturados 3.298 exemplares de tefritídeos nas armadilhas, sendo 2.291 fêmeas e 1.007 machos (Figura 1). Os resultados revelaram que o pico populacional ocorreu no mês de dezembro/2010 com índice MAD de 5,06. Os menores índices populacionais ocorreram nos meses fevereiro e julho de 2011.

A temperatura média no município de Canavieiras no período deste estudo foi de 24,4°C, com umidade

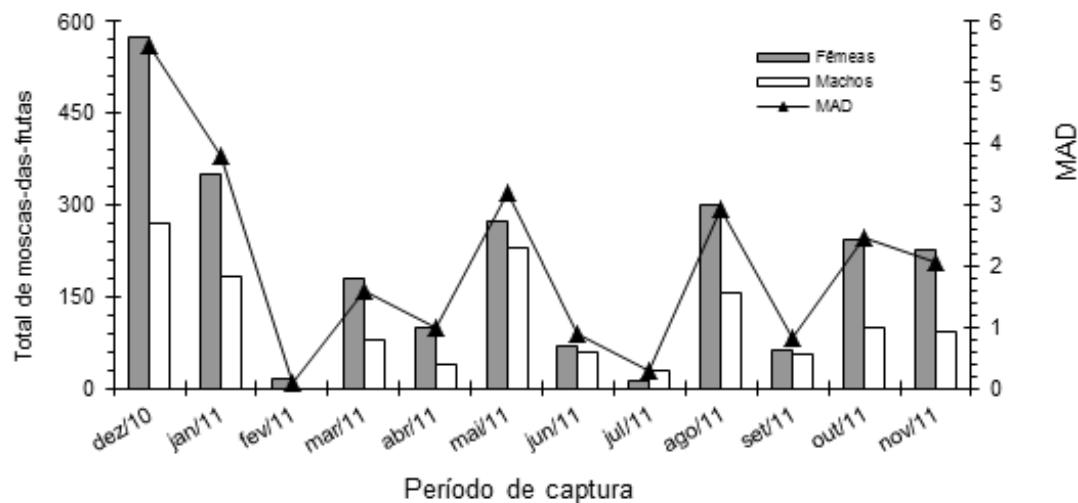


Figura 1 – Flutuação populacional de *Anastrepha* em frutos de sapotizeiro no município de Canavieiras, Bahia. Dezembro/2010 a Novembro/2011.

relativa do ar em torno de 80%. A fase de pupa das moscas-das-frutas ocorre no solo, portanto à precipitação pluvial que atua na umidade do solo pode afetar o seu desenvolvimento (Araújo et al., 2008; Oliveira et al., 2009). Além da temperatura e da precipitação, a disponibilidade de frutos hospedeiros também é fator responsável pela infestação de moscas nos pomares (Chiarradia, Milanez e Dittrich, 2004; Santos et al., 2010).

Nas armadilhas foram capturadas seis espécies de *Anastrepha*: *A. serpentina* (Wied.) (85,6%), *A. fraterculus* (Wied.) (11,5%), *A. distincta* Greene (1,6%), *A. obliqua* (Macquart) (0,6%), *A. bahiensis* Lima (0,4) e *A. pseudoparallela* (Loew) (0,3%). Algumas das espécies de *Anastrepha* capturadas neste estudo já tinham sido registradas em pomares comerciais na região Litoral Sul da Bahia (Bittencourt et al., 2012).

A predominância de *A. serpentina* está relacionada ao pomar de sapotácea que é seu hospedeiro primário. É considerada economicamente importante e está associada a 16 espécies de plantas hospedeiras, sendo que 10 são representantes de Sapotaceae (Aluja, 1994; Zucchi, 2008). Outros estudos relataram a preferência da *A. serpentina* por frutos hospedeiros de Sapotaceae (Bittencourt et al., 2012; Silva et al., 2010; Uramoto; Martins; Zucchi, 2008), que corrobora o resultado obtido nas coletas realizadas em Canavieiras.

Os exemplares de *A. fraterculus* coletados estão relacionados à presença de hospedeiros primários próximos ao pomar de sapota, como a pitangueira (*Eugenia uniflora* L. - Myrtaceae). Esta espécie polífaga causa danos em 81 frutos hospedeiros de diferentes famílias, sendo relatada como principal tefritídeo em alguns estudos realizados no Brasil (Alvarenga et al., 2009; Silva et al., 2011; Zucchi, 2008) e no Sul e Extremo-sul da Bahia (Bittencourt et al., 2006, 2012; Dutra et al., 2009; Santos et al. 2010).

A baixa ocorrência de outras espécies do gênero *Anastrepha*, bem como de *C. capitata* (n=74) observada em Canavieiras, provavelmente está relacionada ao fato do número reduzido de hospedeiros nativos próximos ao pomar e pela preferência de *A. serpentina* por frutos de Sapotaceae. A presença de remanescentes de mata, composta por hospedeiros nativos de moscas-das-frutas e a diversidade de frutíferas em pomares, tendem a heterogeneidade na captura de espécies do gênero *Anastrepha* (Santos, 2009).

2. Infestação de frutos

Foram amostrados 400 frutos de sapota durante julho a setembro/2011, tendo sido obtidos 1.105 pupários de moscas-das-frutas, com emergência de 630 adultos (325 machos e 305 fêmeas). O índice de infestação variou de zero a 31,7 pupários/kg de fruto. Apenas fêmeas de *A. serpentina* emergiram dos frutos, conformando a preferência desta espécie

por Sapotaceae (Garcia; Norrbom, 2011; Junior et al., 2011; Uramoto, Martins e Zucchi, 2008; Zucchi, 2008).

Anastrepha serpentina tem sido relatada como um problema para as sapotáceas no Nordeste, por causa de sua relativa abundância e da infestação em frutos de importância econômica para a região (Zucchi, 2000a). Em pomares no Litoral Sul da Bahia foi observado que a infestação em sapotáceas por *A. serpentina* foi de 1,45 pupário/kg de frutos de sapoti e 54,27 pupários/ kg de frutos abiu-amarelo (Silva et al., 2010). Bittencourt et al. (2012) também relataram a presença e infestação de *A. serpentina* em frutos de Sapotaceae (abiu-roxo e sapoti) no Litoral Sul da Bahia.

3. Experimento em campo

Houve diminuição nos índices de infestação após as pulverizações dos tratamentos em relação à

testemunha no pomar de sapota (Tabelas 1 e 2).

Observou-se que os melhores tratamentos foi o Success 0,02CB® (Espinosaide), que reduziu em 100% a infestação das moscas-das-frutas, e o Decis 25 EC® (Deltametrina) com redução acima de 94%. Os outros tratamentos foram menos eficientes, pois o Azamax® causou redução média de 58%, após as pulverizações, e o Neemseto® não diferiu estatisticamente da testemunha. O Azamax® é um produto relativamente novo, sendo que há relato da sua eficiência sobre outras pragas (Bernardi et al., 2013). Em relação ao tratamento com Success 0,02CB®, alguns trabalhos corroboram com os dados obtidos neste estudo, como o de Flores, Gomez e Montoya (2011) que pulverizaram pomares de manga no México, com GF-120 (spinosad) e verificaram que houve controle eficiente de três espécies de *Anastrepha* incluindo *A. serpentina*.

Tabela 1. Índice de infestação (nº de pupários/kg fruto) de moscas-das-frutas em pomar de sapota após pulverizações dos produtos químicos com intervalo de 15 dias. (Canavieiras, Bahia)

Produtos Químicos	Índice de infestação			
	Pré-coleta	Após 1ª Pulverização	Após 2ª Pulverização	Após 3ª Pulverização
Azamax®	0,012 aA	0,009 abAB	0,006 bcB	0,005 bcB
Decis®	0,012 aA	0,006 bB	0,001 cB	0,001 cB
Neemseto®	0,011 aA	0,011 aA	0,008 abA	0,009 abA
Success®	0,012 aA	0,005 bB	0,001 cB	0 cB
Testemunha	0,009 aA	0,01 abA	0,013 aA	0,012 aA
CV (%)	71,17			

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de Probabilidade.

Tabela 2. Índice de infestação (nº de pupários/nº de frutos) de moscas-das-frutas em pomar de sapota após pulverizações dos produtos químicos com intervalo de 15 dias. (Canavieiras, Bahia)

Produtos Químicos	Índice de infestação			
	Pré-coleta	Após 1ª Pulverização	Após 2ª Pulverização	Após 3ª Pulverização
Azamax®	2,20 aA	1,85 abAB	1,25 bcB	1,1 bcB
Decis®	2,80 aA	1,30 bB	0,80 cB	0,15 cB
Neemseto®	2,45 aA	2,60 aA	1,90 bA	1,95 abA
Success®	2,50 aA	1,35 bB	0,90 cB	0 cB
Testemunha	2,05 aB	2,45 aAB	2,90 aA	2,8 aAB
CV (%)	53,95			

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de Probabilidade.

Conclusões

Anastrepha serpentina é a espécie de moscas-das-frutas predominante no pomar de sapota no município de Canavieiras, região Sul da Bahia, e pulverizações com Success® e Azamax® diminuem os índices de infestação de moscas-das-frutas nos frutos.

Literatura Citada

- ALUJA, M. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. Annual Review of Entomology 39:155-178.
- ALVARENGA, C. D., et al. 2009. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitoídes em plantas hospedeiras de três municípios do norte do estado de Minas Gerais. Arquivos do Instituto Biológico (Brasil) 76 (2):195-204.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. 2013. Santa Cruz do Sul, Editora Gazeta Santa Cruz. 136 p.
- ARAÚJO, E. L., et al. 2008. Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba *Psidium guajava* L., no Município de Russas (CE). Revista Caatinga (Brasil) 21 (1):138-146.
- BANDEIRA, C. T., et al. 2003. O Cultivo do Sapotizeiro. Fortaleza, CE, EMBRAPA. Circular Técnica nº 13. 20 p.
- BERNARDI, D., et al. 2013. Effects of azadirachtin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its compatibility with predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberry. Pest Management Science 69 (1):75-80.
- BITTENCOURT, M. A. L., et al. 2006. Espécies de moscas-das-frutas (Tephritidae) obtidas em armadilhas McPhail no Estado da Bahia, Brasil. Semina: Ciências Agrárias (Brasil) 27 (4):561-564.
- BITTENCOURT, M. A. L., et al. 2012. Parasitoides (Braconidae) associados à *Anastrepha* (Tephritidae) em frutos hospedeiros no litoral Sul da Bahia. Revista Ciência Agronômica (Brasil) 43 (4): 811-815.
- CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M.; DITTRICH R. 2004. Flutuação populacional de moscas-das-frutas em pomares de citros no oeste de Santa Catarina, Brasil. Ciência Rural (Brasil) 34 (2):337-343.
- DUTRA, V. S., et al. 2009. Análise faunística de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em um pomar de goiaba sob manejo orgânico, no Município de Una, BA. Neotropical Entomology (Brasil) 38 (1):133-138.
- FLORES, S.; GOMEZ, L. E.; MONTOYA, P. 2011. Residual control and lethal concentrations of GF-120 (spinosad) for *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). Journal Economic Entomology 104 (6):1885-1891.
- GARCIA, F. R. M.; NORRBOM, A. L. 2011. Tephritisidae flies (Diptera, Tephritoidea) and their plant hosts from the state of Santa Catarina in southern Brazil. Florida Entomologist 94 (2):151-157.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS - IBRAF. 2013. <http://comexdobrasil.com/ibraf-preve-exportacoes-brasileiras-de-frutas-frescas-permanecerao-estabilizadas-em-2013>.
- MARSARO JUNIOR, A.L., et al. 2011. *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae), their hosts and parasitoids in the extreme North of Brazil. Biota Neotropica (Brasil) 11 (4): 117-123.
- OLIVEIRA, J. J. D., et al. 2009. Espécies e flutuação populacional de moscas-das-frutas em um pomar comercial de mangueira, no litoral do Estado do Ceará. Revista Caatinga (Brasil) 22 (1): 222-228.
- RAGA, A.; SOUZA FILHO, M. F. 2000. Manejo e monitoramento de moscas-das-frutas. In: Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico. Anais. pp. 51-57.
- SÁ, R. F., et al. 2008. Índice de infestação e diversidade de moscas-das-frutas em hospedeiros exóticos e nativos no polo de fruticultura de Anagé, BA. Bragantia (Brasil) 67 (2): 401-411.
- SANTOS, O. O. 2009. Efeitos de atrativos alimentares na captura de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e avaliação de espécies botânicas em *Anastrepha* spp. Dissertação Mestrado. Ilhéus, BA, UESC. 59 p.
- SANTOS, O. O., et al. 2010. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) utilizando atrativos alimentares na região Sul da Bahia. Agrotrópica (Brasil) 22 (3): 129-136.
- SILVA, J. G., et al. 2010. Diversity of *Anastrepha* spp. (Diptera : Tephritidae) and associated braconid parasitoids from native and exotic host in southeastern Bahia, Brasil. Environmental Entomology 39 (5):1456-1465.
- SILVA, R. A., et al. 2011. *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae), their host and parasitoids in southern Amapá State, Brazil. Biota Neotropica (Brasil) 11 (3):432-436.
- URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. 2004. Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) no Campus da ESALQ-USP, Piracicaba, São Paulo. Revista Brasileira de Entomologia 48 (3):409-414.
- URAMOTO, K; MARTINS, D. S.; ZUCCHI, R. A. 2008. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their associations with native host plants in remnant area of the highly endangered atlantic rain forest in the state of Espírito Santo, Brazil. Bulletin of Entomological Research 98 (5): 457-466.
- ZUCCHI, R. A. 2000a. Espécies de *Anastrepha*, sinônimas, plantas hospedeiras e parasitoídes. In: Malavasi, A.; Zucchi, R. A., ed. Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora. pp. 41-48.
- ZUCCHI, R. A. 2000b. Taxonomia. In: Malavasi, A.; Zucchi, R. A., ed. Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora. pp. 13-24.
- ZUCCHI, R. A. 2008. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species and their hosts plants. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/edita_infos.htm>.

O MERCADO BRASILEIRO DE CACAU: PERSPECTIVAS DE DEMANDA, OFERTA E PREÇOS

Antonio César Costa Zugaib^{1,2}, Ricardo Candéa Sá Barreto²

¹CEPLAC/CEPEC, Rod. Ilhéus-Itabuna, km 22, 45600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil. zugaib@ceplac.br.

²Universidade Estadual Santa Cruz - UESC. Rodovia Jorge Amado, km 16 - Salobrinho, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil.
ricardocandea@yahoo.com.br.

Este estudo tem como objetivo descrever os fatores importantes que afetam a indústria de cacau no Brasil através da formulação de um modelo de mercado que representa a produção de cacau, importação, consumo interno, exportação e os preços, além de uma equação de estoque como uma identidade de fechamento. O modelo é estimado com base em um modelo de equações simultâneas, utilizando mínimos quadrados de dois estágios para um período de 1980-2014. Os resultados sugerem que os fatores importantes que afetaram a produção brasileira de cacau em amêndoas são os preços do cacau, a área colhida, a variável *dummy* da vassoura de bruxa, a taxa de juros defasada em dois anos e a produção defasada em um ano. O principal determinante da demanda interna foi a taxa de crescimento da indústria do chocolate. Além disso, a demanda de exportação pode ser explicada pelas variáveis incluindo o preço mundial do cacau, a renda (GDP) mundial e a demanda de exportação defasada em um ano. O Preço interno variou em função da razão entre estoque e demanda de cacau defasado em um ano e do preço defasado em um ano.

Palavras-chave: produção, demanda, exportação, importação, cacau

The Brazilian market for cocoa: demand prospects, supply and prices. This study aims to describe the important factors affecting the cocoa industry in Brazil through formulation of a market model that represents the cocoa production, imports, domestic consumption, exports and prices, as well as an equation of stock as a closing identity. The model is estimated using a model of simultaneous equations using squares of minimum two stages for a period of 1980-2014. The results suggest that the important factors that affected the Brazilian production of cocoa beans are cocoa prices, the harvested area, the dummy variable of witches' broom, the interest rate lagged by two years and production lagged in a year. The major determinant of domestic demand was the chocolate industry growth. In addition, export demand could be explained by variables including the world price of cocoa, income (GDP) and world export demand lagged a year. The internal price varied depending on the ratio of stock and cocoa demand lagged in a year and the price lagged one year.

Key words: production, demand, export, import, cocoa

1. Introdução

Devido aos limitados estudos sobre o mercado do cacau e suas relações de oferta e demanda na economia do Brasil, este estudo estimou o modelo oferta e demanda para o cacau brasileiro investigando as relações entre as diferentes variáveis de mercado. Além disso, a indústria de cacau nacional sofreu uma mudança drástica nas últimas três décadas, principalmente com a redução da produção e da produtividade devido à praga da vassoura de bruxa, que tem sido justificada pela queda na rentabilidade relativa em relação a outras culturas principalmente café e pastagens.

Recentemente, com o aumento das importações de cacau e crescimento esperado na demanda por produtos derivados do cacau, especialmente por China e Índia, há chamadas em aumentar as áreas de plantio de cacau. Este estudo tem como objetivo descrever os fatores importantes que afetam a indústria de cacau no Brasil através de formulação de um modelo de mercado que representa a produção de cacau, importação, consumo interno, exportação e os preços, além de uma equação de estoque. O modelo é estimado com base em um modelo de equações simultâneas, utilizando mínimos quadrados de dois estágios em uma base de dados anuais que se estendem de 1980-2014.

A contribuição deste trabalho para a literatura existente sobre a indústria de cacau brasileiro é duplo. Em primeiro lugar, emprega um modelo de especificação diferente para o cacau, com base em um modelo de

equações simultâneas estimado por Mínimos Quadrados em dois estágios. Em segundo lugar, este paper realiza um dos estudos relativamente mais recentes com dados sobre o mercado de cacau no Brasil.

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma: a seção II faz uma breve análise do mercado brasileiro de cacau, a seção III revisa brevemente a literatura e estudos sobre o cacau e as metodologias utilizadas para examinar seus modelos de mercado, a Seção IV descreve a metodologia utilizada e a Seção V discute os resultados, enquanto as conclusões são apresentadas na Seção VI.

2. Mercado brasileiro de cacau em amêndoas, derivados e chocolate

2.1. Produção, área colhida, produtividade, preços e valor da produção de cacau em amêndoas.

O mercado brasileiro de cacau sofreu mudanças drásticas durante as últimas décadas, com a redução da produção de cacau tendo como causa principal o aparecimento da doença vassoura-de-bruxa em 1989. Essa redução na produção chegando ao nível mais baixo em 2003 com 170 mil t resultou no desabastecimento das indústrias processadoras provocando a importação de cacau. A produtividade média também teve uma queda acentuada chegando no ano 2000 com 279 kg/ha (Figura 1). Diferentemente dos produtores da Malásia que substituíram as suas plantações de cacau devido ao declínio dos preços mundiais, os custos trabalhistas mais elevados, perda

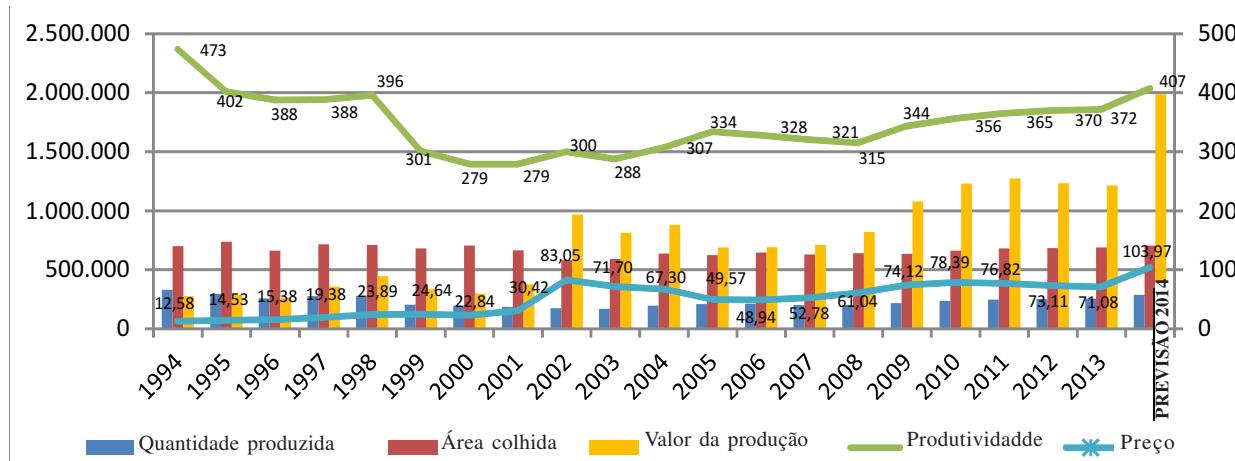


Figura 1 - Produção, área colhida, produtividade, preços e valor da produção da economia cacauícola brasileira.

Fonte: IBGE e IPEADATA (2015).

de produção devido às pragas e doenças (que é a principal razão da decadência econômica na maioria dos países produtores), juntamente com um interruptor na competitividade relativa de outras culturas (principalmente óleo de palma) de acordo com Hameed, et al, (2009), os produtores brasileiros mantiveram a sua área plantada. De acordo com dados do IBGE a área colhida com cacau no Brasil tem permanecido na faixa entre 600 e 700 mil ha. A produtividade média atualmente experimenta uma recuperação saltando para 372 kg/ha, com uma previsão para 2014 de 407 kg/ha, apesar de já se dispor de tecnologia gerada pelo Centro de Pesquisas do Cacau da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC para obtenção de 2.250 kg/ha. O valor da produção com cacau em amêndoas no ano de 2000 alcançou nível mais baixo com R\$ 300 milhões. Com a alta dos preços verificada entre 2002 e 2003 o valor da produção conseguiu se recuperar um pouco. Finalmente, com a recuperação da produção e com a alta dos preços obtida no mercado interno o valor da produção alcançou em 2013 R\$ 1,2 bilhão e em 2015 a previsão é que chegue a R\$ 2 bilhões.

2.2. Demanda de exportação, importação e interna de cacau em amêndoas e derivados.

A demanda de exportação de cacau em amêndoas em 2012 foi destinada principalmente para o Japão (175 t), a Argentina (142 t) e a França (88 t), seguidos dos Países Baixos (Holanda) (28 t) e Bélgica (22 t). Em 2014 a demanda de exportação seguiu praticamente o mesmo destino com exceção da Argentina que deixou de comprar do Brasil, os principais compradores foram o Japão (214 t), a França (119 t), a Suiça (85 t), a Bélgica (42 t) e os Países Baixos (38 t).

Em 1979 o Brasil exportou com cacau e derivados US\$ 923 milhões, sendo US\$ 457 milhões com cacau em amêndoas (50%), US\$ 271 milhões com líquor (29%), US\$ 119 milhões com manteiga (13%), US\$ 58 milhões com torta (6%), US\$ 13 milhões com cacau em pó (1%) e US\$ 5 milhões com outros tipos de cacau (1%). O valor exportado com cacau e derivados teve uma ligeira queda em 1982 para US\$ 437 milhões, recuperando-se logo em seguida em 1985 exportando cerca de US\$ 803 milhões. A partir daí a redução da produção com o aparecimento da vassoura de bruxa em 1989 e a queda do preço do cacau no mercado

internacional fizeram com que o valor das exportações brasileiras de cacau e derivados despencasse para US\$ 161 milhões no ano de 2.000. Com o aumento parcial da produção e a melhora dos preços do cacau no mercado internacional os valores das exportações se recuperaram passando em 2014 para cerca de US\$ 304 milhões, sendo US\$ 1,6 milhões com cacau em amêndoas (0,5%), US\$ 101 milhões com manteiga de cacau (33,2%), US\$ 34 milhões com líquor (11,3%), US\$ 1,4 milhões com torta (0,5%), US\$ 64 milhões com cacau em pó (21,1%) e 102 milhões com outros tipos de cacau (33,4%). Digo parcial, porque na referência anterior constatamos que a CEPLAC tem tecnologia para produzir 150@ de cacau/ha, porém a produtividade média ainda se encontra muito baixa 25@/ha, portanto, se conseguirmos elevar essa produtividade com a tecnologia disponível, praticamente com a mesma área plantada daria novamente um impulso muito grande no valor das exportações brasileiras de cacau e derivados como ocorreu no passado quando geraram quase US\$ 1bilhão (Figura 2).

Dados da Associação Comercial da Bahia - ACB mostram que, assim como houve uma redução da produção, as moagens brasileiras que já foram 224 mil t em 1991, também declinaram chegando a processar 166 mil t em 1995, fazendo com que a capacidade instalada da indústria operasse com ociosidade. Com a redução da produção, as exportações de cacau em amêndoas se reduziram drasticamente para atender a demanda interna e essas exportações que já foram cerca de 80% das exportações totais de cacau e derivados passaram a compor menos de 1% de participação (Figura 3).

A demanda de importação de cacau em amêndoas em 2012 foi originária da Costa do Marfim (39.879 t), Indonésia (10.003 t) e Gana (5.000 t), em 2013 e 2014 as importações foram originárias praticamente de Gana com 17.000 t e 38.000 t, respectivamente. De acordo com dados do MDIC - Sistema Alice o país passou de exportador para importador líquido de cacau em amêndoas a partir de 1992 alcançando um recorde de importação em 1999 com 75 mil t de cacau em amêndoas. Porém, o preço de cacau no mercado interno que vinha sendo pago com um ágio passou a operar com deságio fazendo com que os produtores tivessem ainda mais sua rentabilidade reduzida (Zugaib, 2012).

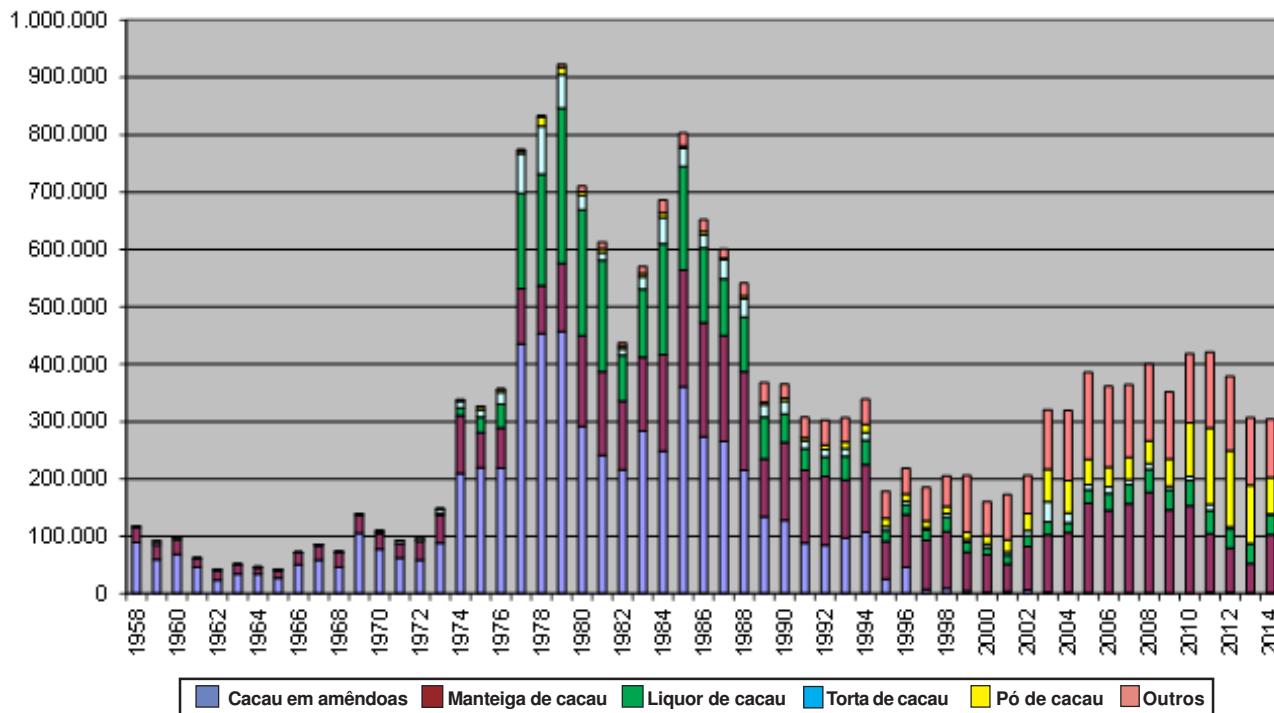


Figura 2 - Valor das exportações brasileiras de cacau em amêndoas e derivados. Fonte: MDIC (2015).

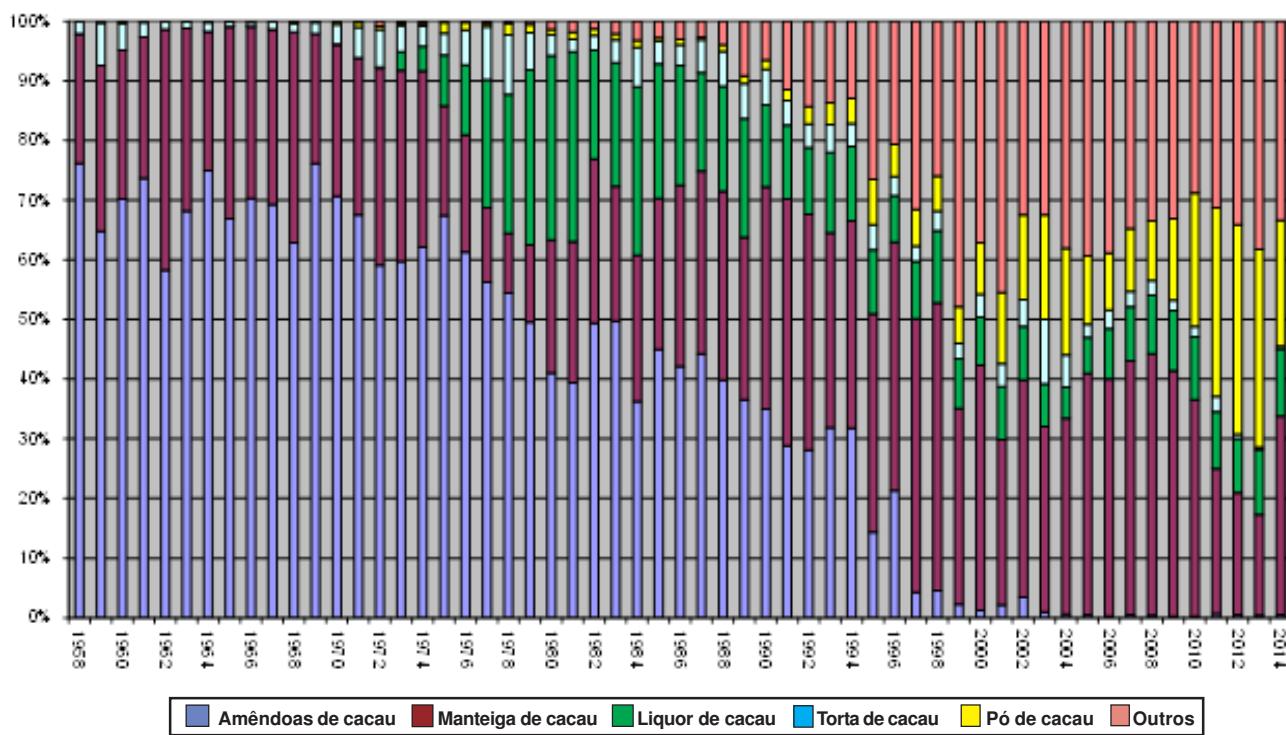


Figura 3 - Percentual das exportações em valores de cacau em amêndoas e derivados. Fonte: MDIC (2015).

Com o deságio que as indústrias estão pagando a nível de mercado interno o cacaueiro poderia pensar em voltar a exportar pois o preço de exportação se torna compensador mesmo com a inclusão dos custos. O argumento que as processadoras e as indústrias usam para importar é a falta de produto no mercado interno. Em 2014, o potencial para processamento no mercado interno foi de cerca de 240 mil t. Neste mesmo ano as indústrias processaram 232.972 t de cacau em amêndoas. De acordo com o IBGE a estimativa para a produção brasileira de cacau neste ano está sendo 280.923 t. Portanto, não haveria motivos para importar cacau já que a produção interna atende a demanda. Acontece que as indústrias processadoras não aceitam esse número, elas trabalham com dados começando em primeiro de maio de 2013 a 30 de abril de 2014 com a produção de 190.826 t. Portanto, neste caso haveria necessidade de importação. O IBGE tem toda uma metodologia para chegar à quantidade produzida, as indústrias obtém essa quantidade comercializada das empresas que operam no mercado através da Associação Comercial da Bahia -ACB. A ACB deveria expor os dados de produção por estado produtor e por empresa, assim como, o IBGE expõe a metodologia, inclusive já demonstrou essa metodologia na prática para as indústrias processadoras. Sem transparência nos dados não chegaremos a um denominador comum com relação ao verdadeiro superávit ou déficit no mercado

nacional. Para efeito deste trabalho usaremos dados oficiais de produção do IBGE (Figura 4).

2.3. Produção, consumo aparente, exportação e importação de chocolate.

O consumo aparente de chocolate tem crescido muito no Brasil, principalmente nos últimos anos. Os brasileiros que em 1996 consumiam 305 mil t, atualmente consomem cerca de 775 mil t de chocolate. Esse crescimento tem-se evidenciado principalmente pelo aumento da renda per capita brasileira. A produção de chocolate tem acompanhado o crescimento do consumo, em 1996 foram produzidas 296 mil t de chocolate, em 2010 já produzímos 732 mil t e em 2014 passamos a produzir 781 mil t. Porém, as exportações que em 1996 eram de 20 mil t, aumentaram para 53 mil t em 2004, mas atualmente houve um decréscimo nas exportações de chocolate e em 2014 se exportou somente 29 mil t. As importações teve um comportamento inverso, em 1996 importou-se 29 mil t, teve um decréscimo para 13 mil t em 2010 e no ano de 2013 houve um aumento para 23 mil t de chocolate. Acredita-se que esse comportamento de queda nas exportações e aumento das importações de chocolate é explicado pelo aquecimento do consumo de chocolate no mercado interno. O Brasil atualmente é o terceiro país produtor e consumidor de chocolate do mundo (Figura 5).

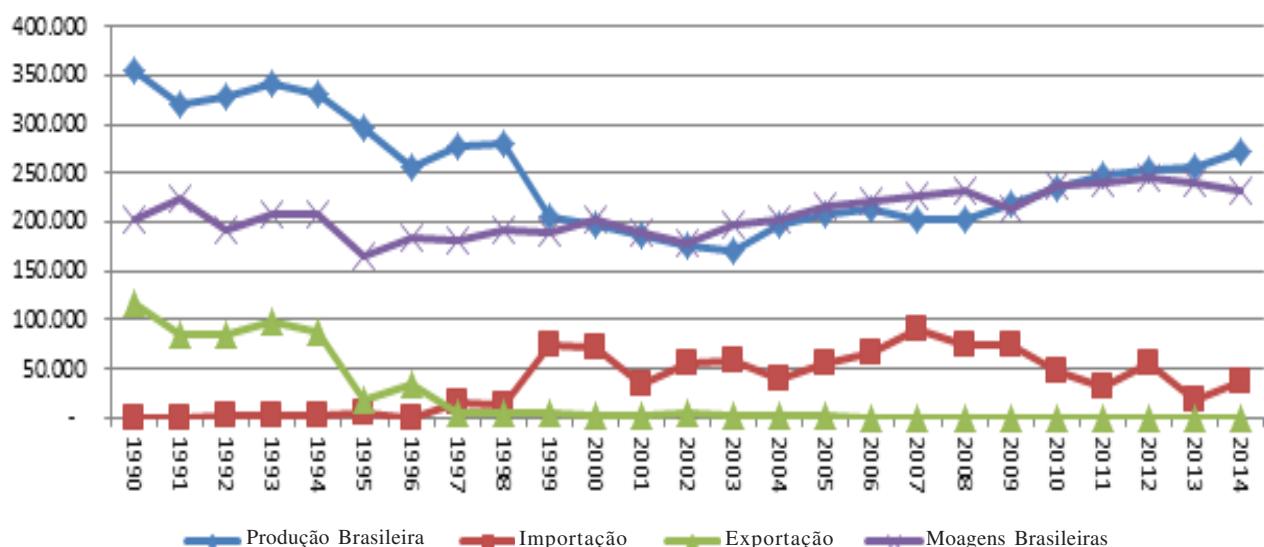


Figura 4 - Produção, importação, exportação e moagens brasileiras de cacau em amêndoas.

Fonte: IPEADATA (2015) e MDIC (2015), ACB -TH - consultoria (moagens).

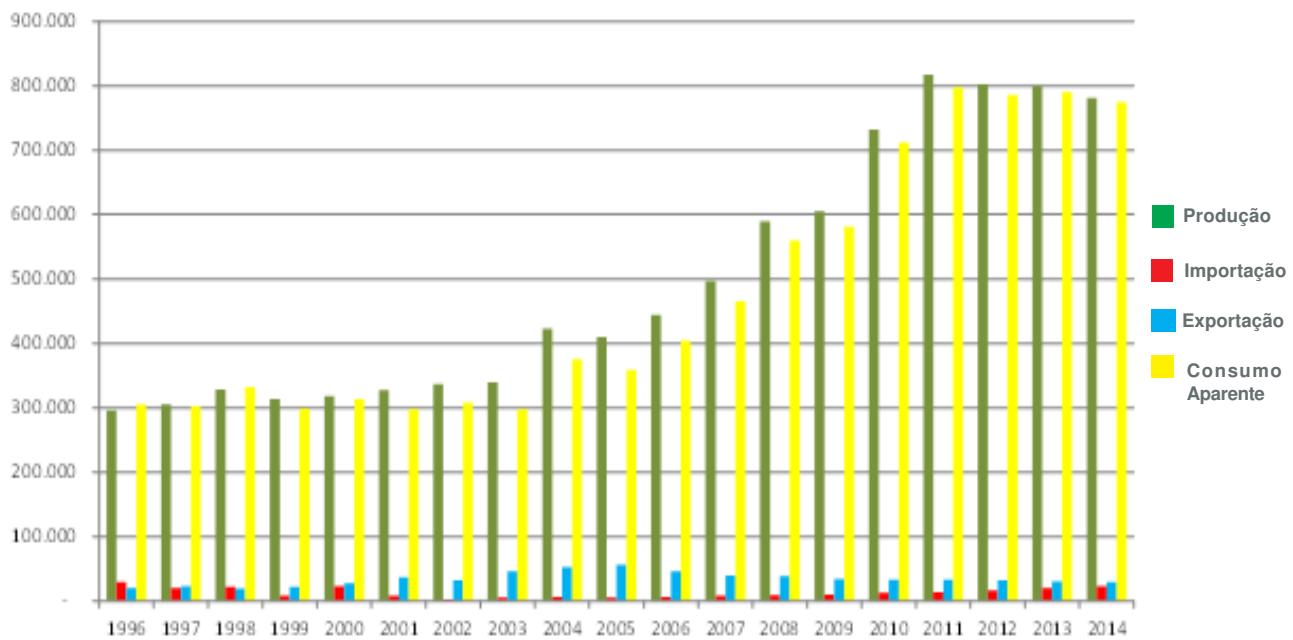


Figura 5 - Produção, importação, exportação e consumo aparente de chocolate no Brasil.

Fonte: ABICAB, IPEADATA (2015) e MDIC (2015).

3. Revisão de Literatura

A estrutura básica de modelos propostos na análise dos mercados de commodities agrícolas são formados a partir dos componentes do modelo de abordagem de mercado desenvolvido pela Labys (1973), que sugere: para uma mercadoria particular, quatro equações oferta, demanda, preço e estoque (comumente usado como uma identidade para revelar o estado de equilíbrio do mercado) são utilizadas simultaneamente. Para elucidar as estruturas mais complexas do comportamento do mercado, esses modelos básicos do mercado podem ser adaptados e reformulados. A incorporação de mais variáveis permite que o modelo de mercado possa ser estendido. Nesta seção, os estudos econômétricos anteriores relevantes de culturas perenes, são destacadas com especial referência para o cacau, a fim de compreender o modelo de mercado, especialmente no sistema em que o modelo de mercado funciona.

O modelo relativamente simples de Labys (1973) tem sido amplamente aplicado a maior parte das commodities agrícolas. Na Malásia, foi aplicado para analisar e modelar o óleo de palma (Shamsudin, 1998; Shamsudin, 1993); Shamsudin et al., (1993); Lubis,

(1994), Ernawati, (2004), Hameed, (2005), borracha (Yusoff, 1988a) e mercado de cacau Rosdi, (1991), Yusoff et al. (1998) e Kox, (2000). Os parágrafos que se seguem irão revisar rapidamente alguns dos recentes estudos sobre o mercado do cacau.

Em estudo realizado por Rosdi (1991) foram desenvolvidos modelos econômétricos de cacau investigando os principais fatores que determinam os preços do cacau para os mercados mundiais e da Malásia. Os modelos foram estimados usando dados de séries temporais anuais. Cada modelo consiste de oferta, demanda e equações de preços, com o estoque. Seus resultados mostram que os preços do cacau no mercado interno são determinados pelos preços praticados no mercado mundial. O consumo mundial e demanda de exportação são significativamente influenciados pelo índice de produção industrial e preço do cacau. Do lado da oferta, a produção de cacau é determinada pelo preço de cacau defasado. Isto implica que a decisão de investimento sobre o cacau 3-5 anos antes é um fator importante que determina a oferta de cacau. Shamsudin et al. (1993) construiram um modelo do mercado de cacau da Malásia seguindo a abordagem por Labys (1973). O modelo consiste em produção, demanda e equações de preços, além de

estoques através de uma função identidade. Eles conduziram seu estudo utilizando dados ao longo do período 1965-1987. Os resultados indicam que o preço do cacau da Malásia é dependente do preço mundial do cacau. O estudo revelou que o índice industrial é o fator determinante para a demanda de cacau e, consequentemente, o seu preço. Entretanto, a elasticidade-preço da oferta em relação ao cacau tem sido considerada baixa (consistente com expectativas *a priori*) e está alinhado com os estudos prévios de culturas arbóreas perenes. Yusoff et al., (1998) realizaram um estudo para determinar os fatores que afetam a oferta e demanda de amêndoas de cacau da Malásia usando dados anuais ao longo do período 1973-1992. Seu sub-modelo de oferta acompanhou o trabalho de Alias et al., (1987), que diversificou a oferta aprimorando as equações com a inclusão da área e produção. Eles também diferenciaram a demanda em demanda doméstica, especificada como demanda derivada e demanda de exportação. Os resultados do estudo indicam que a área plantada de cacau é afetada pelos preços locais de amêndoas de cacau, o preço do óleo de palma, o custo do trabalho e as taxas de juros. A produção encontrada é dependente de área de cacau colhida, quantidade de trabalho utilizado, quantidade de fertilizantes aplicados e o nível de tecnologia utilizada. Além disso, os resultados mostram que a demanda doméstica para o cacau é dependente dos preços locais de amêndoas de cacau e do óleo de palma, bem como preço de bebida local a base de cacau (chocolate) e da demanda local do ano anterior. Também é revelado que, entre os fatores que afetam a demanda externa para o cacau são: a taxa de câmbio em relação ao dólar, o nível de exportações de cacau defasado em um ano.

Shamsudin (1998) conduziu um estudo para explicar as implicações econômicas de uma taxa de exportação sobre a indústria de cacau da Malásia. Ele usou um modelo composto por cinco equações comportamentais para descrever a produção, as exportações, a procura interna, as importações e o preço de exportação; juntamente com duas identidades para definir o preço e o nível de estoque nacional de amêndoas de cacau. Os resultados de seu estudo indicam que a imposição de uma taxa de exportação iria baixar os preços na produção e aumentar os preços de exportação e, consequentemente, a produção e as exportações cairiam enquanto a utilização doméstica e importações, por outro lado, aumentaria.

Já, estudo realizado por Alias et al. (2001) investigou o impacto das despesas públicas de desenvolvimento rural, uma *proxy* para a política do governo, em especial, o investimento público sobre a oferta das três principais culturas perenes de exportação, no período de 1975-1997. Em seu trabalho a resposta dos produtores de cacau para os gastos do governo é elástica, no longo prazo, enquanto que a produção manteve-se relativamente estável.

Hameed, et al. (2009) e Hameed, et al. (2010) pesquisaram um modelo de oferta e demanda para o mercado de cacau na Malásia analisando o período de 1978-2008, seus principais resultados indicam que os fatores importantes que afetam a produção são os preços relativos do óleo de palma (a palma é usada como substituto do cacau nas fazendas), taxa de juros e o crédito. Os principais determinantes da demanda interna são os preços do óleo de palma e do cacau, um índice de crescimento da atividade econômica industrial da Malásia e o consumo interno defasado. Além disso, a demanda de exportação acabou por ser elástica para todas as variáveis incluindo o preço mundial do cacau, a taxa de câmbio efetiva real, a renda (GDP) mundial e da demanda de exportação defasada em um ano. O estoque de cacau, o preço mundial e o preço defasado são variáveis importantes que influenciam o preço interno do cacau.

4. Metodologia

4.1. Especificação do Modelo e base de dados

O modelo básico de mercado para desenvolver a estrutura deste estudo foi proposto por Labys (1973). O modelo de mercado podem ser resumidas em oferta (Q_t), demanda (D_t) e preços (P_t) sub-modelos, que fornecem a igualdade entre a oferta e a demanda ($O_t = D_t$) como condição de equilíbrio de mercado:

$$O_t = q(O_{t-i}, P_{t-i}, Z_{t-i}, U_t) \quad (1)$$

$$D_t = d(D_{t-i}, P_t, P_t^S, A_t, T_t) \quad (2)$$

$$P_t = p(P_{t-i}, I_t) \quad (3)$$

$$O_t = D_t \quad (4)$$

Em que;

O_t = oferta da commodity

D_t = demanda da commodity

P_t = preço da commodity

- P_{t-i} = preços defasados no tempo
 I_t = inventário ou estoque
 Z_t = variáveis políticas que influenciam a oferta (crédito)
 P_t^s = preços dos produtos substitutos
 A_t = nível de atividade econômica ou de renda
 T_t = fatores técnicos
 $i = 1, 2, 3 \dots$

De acordo com Labys (1973) e Labys e Pollak (1984), presume-se que no sistema de equações, os preços se ajustam para equilibrar o mercado. A oferta da mercadoria depende da oferta defasada, preço defasado e de variáveis políticas. A demanda é dependente da demanda defasada, do próprio preço, dos preços de um ou mais produtos substitutos, nível de atividade econômica e fatores técnicos. Preço defasado e mudanças no estoque (inventário) também podem ser usados para explicar o preço. O processo de abastecimento normalmente usa a classe geral das funções de defasagem distribuída de modo que os preços defasados estão incluídos. O modelo de mercado é fechado usando uma identidade, o que equivale à quantidade ofertada igual à quantidade demandada.

4.1.1. Produção de cacau em amêndoas

A especificação utilizada neste estudo para estimar a resposta da oferta de amêndoas de cacau baseiou-se no modelo desenvolvido por Shamsudin et al. (1993), Shamsudin (1993; 1998), além de Hameed, (2005) e Hameed et al. (2009). Baseou-se também nos trabalhos de Alias et al. (2001), que incluiu os gastos do governo e Yusoff et al. (1998) incluindo a taxa de juros de setor agrícola defasada em dois anos. A equação é especificada como uma função da produção do preço defasado de cacau, o preço do cacau com defasagem de dois anos e a área colhida. Para explicar as consequências da vassoura-de-bruxa na produção de cacau em amêndoas utilizou-se a variável *dummy* (Na análise de regressão, a variável dependente pode ser influenciada por variáveis quantitativas e qualitativas. As variáveis quantitativas são facilmente mensuradas em alguma escala o que não ocorre com as variáveis qualitativas, uma vez que essas indicam a presença ou a ausência de uma qualidade ou atributo. Dessa forma, um método para “quantificar” esses atributos é construir variáveis artificiais que assumam valores de 1 ou 0 (indicando

ausência de um atributo e indicando a sua presença) que são conhecidas pela literatura existente de “variáveis dummy” (Missio e Jacobi, 2007)).

Assim, a equação de oferta é especificada da seguinte forma:

$$PR_t = f(PR_{t-1}, PC_t, D_t, HA_t, PCAF_{t-1}, SM_t, GOV_{t-2}, TJ_{t-2}, U_{1t}) \quad (5)$$

Em que:

PR_t = produção de cacau em amêndoas em toneladas no tempo;

PR_{t-1} = produção de cacau em amêndoas em toneladas defasada em um ano;

PC_t = preço real da tonelada de amêndoas de cacau deflacionado pelo INPC do IBGE;

D_t = *dummy* da vassoura de bruxa, assume valor a partir de 1989 e zero caso contrário;

HA_t = área colhida de cacau no tempo t;

GOV_{t-2} = crédito real para lavoura cacauíra defasado em 2 anos (em milhões R\$);

TJ_{t-2} = taxa de juros real defasada em 2 anos deflacionado pelo INPC do IBGE;

SM_t = média anual do salário mínimo real deflacionado pelo INPC do IBGE;

$PCAF_t$ = preço real do café no tempo t deflacionado pelo INPC do IBGE;

U_{1t} = termo de perturbação.

4.1.2. Demanda de Cacau em amêndoas

De acordo com Yusoff et al. (1998) e Shamsudin (1993; 1998) a demanda por amêndoas de cacau é uma demanda derivada como a usada como insumos para o processamento de produtos finais de cacau, tais como manteiga de cacau, pó de cacau e chocolate, etc. Quando fatores determinantes de preços mudam ao longo do tempo, as empresas em geral não respondem imediatamente, mas sim, atrasam suas respostas às mudanças que afetam a demanda. Assim, as empresas espalham suas respostas durante algum período de tempo. A natureza de tal resposta poderia variar de produto para outro, sendo o fator de diferenciação a durabilidade ou a percetibilidade da mercadoria de interesse (Labys, 1973). Devido à informação defasada

ou incompleta e custo de ajustamento, o relaxamento da hipótese de equilíbrio é alcançado pela especificação de um modelo dinâmico no âmbito em um modelo de defasagem distribuída. A demanda por amêndoas de cacau muitas vezes não se ajusta imediatamente às mudanças devido a vários fatores de rigidez institucionais e tecnológicas.

Portanto, as variáveis de preços defasados foram incluídas, no entanto, algumas delas foram retiradas a partir das equações de demanda durante o exercício específico.

4.1.2. 1. Demanda interna

A demanda interna depende do preço interno do cacau, e da atividade econômica interna ligada ao crescimento da indústria do chocolate como segue:

$$DD_t = f(IPIC_t, PC_t, PCAF_t, DD_{t-1}, U_{2t}) \quad (6)$$

Em que:

DD_t = consumo interno (medido pelas moagens internas) no tempo t;

$IPIC_t$ = índice de produção industrial do chocolate no tempo t com base=100 em 1980;

PC_t = preço interno real da tonelada de cacau em amêndoas no tempo t deflacionado pelo INPC do IBGE;

$PCAF_t$ = preço interno real do café no tempo t deflacionado pelo INPC do IBGE;

DD_{t-1} = o consumo interno defasado um ano;

U_{2t} = termo de perturbação

4.1.2. 2. Demanda de Exportação.

A especificação da demanda de exportação de amêndoas de cacau é um pouco diferente da demanda doméstica nas variáveis, ou seja, em vez de preço interno usamos o preço mundial das amêndoas de cacau e em vez de Produção Industrial Nacional utilizamos o PIB mundial (GDP) como um proxy para a atividade econômica mundial. Já a incorporação da variável taxa de câmbio nos modelos de demanda externa mostrou ser muito importante em estudos anteriores (Schuh, 1974; Chambers & Just (1979)). Assim, a demanda de exportação é modelada como uma função do PIB mundial, a taxa de câmbio efetiva real, e do preço mundial do cacau como segue:

$$Dex_t = f(WGDP_t, REER_t, PR_t, WCP_t, Dex_{t-1}, U_{3t}) \quad (7)$$

Em que:

DEX_t = demanda de exportação de amêndoas de cacau em toneladas.

PR_t = produção de cacau em amêndoas em toneladas no tempo;

$WGDP_t$ = PIB mundial no tempo t em US\$ a preços constantes de 2005.

$TCER_t$ = taxa de câmbio efetiva real no tempo t.

WPC_t = preço mundial do cacau no tempo t.

DEX_{t-1} = demanda de exportação de amêndoas de cacau defasado um ano

U_{3t} = termo de perturbação.

4.1.2. 3. Demanda de importação.

Como mencionado anteriormente, importa-se cacau para atender à crescente demanda por parte da indústria de moagem. A especificação da demanda de importação de amêndoas de cacau é semelhante à da procura interna com ligeiras diferenças nas variáveis, ou seja, em vez de preço local usamos preço mundial de amêndoas de cacau. Assim, a função de demanda de importação pode ser especificada como segue:

$$DIMP_t = f(WPC_t, IPIC_t, DIMP_{t-1}, U_{4t}) \quad (8)$$

Em que:

$DIMP_t$ = demanda de importação por amêndoas de cacau em toneladas;

$DIMP_{t-1}$ = demanda de importação por amêndoas de cacau defasadas um ano em toneladas;

WPC_t = preço mundial do cacau no tempo t em US\$;

$IPIC_t$ = índice de produção industrial do chocolate no tempo t com base=100 em 1980;

U_{4t} = termo de perturbação.

4.1.3. Preço

O preço do cacau é determinado pela oferta e demanda. O preço no mercado é resultado do processo de ajustamento parcial. A equação de preço do cacau pode ser especificada como preço do cacau no mercado interno em função do estoque de cacau, da demanda interna, do preço do cacau defasado e do preço mundial do cacau.

$$PC_t = f\left(\left(\frac{I}{DD}\right)_{t-1}, WPC_t, PC_{t-1}, U_{4t}\right) \quad (9)$$

Em que:

PC_t = preço real do cacau no mercado interno tempo t deflacionado pelo INPC do IBGE.

PC_{t-1} = preço de amêndoas de cacau no ano anterior deflacionado pelo INPC do IBGE.

WPC_t = preço mundial do cacau no tempo t em US\$;

$\left(\frac{I}{DD}\right)_{t-1}$ = razão entre o estoque e a demanda de cacau em toneladas defasados em um ano;

U_{4t} = termo de perturbação

O modelo é fechado pela identidade do estoque:

$$I_t = I_{t-1} + PR_t + DIMP_t - DD_t - DEX_t \quad (10)$$

Com base nas regras de identificação, as equações simultâneas satisfazem tanto a ordem como as condições de classificação. As seis variáveis endógenas, onze variáveis exógenas e sete variáveis pré-determinadas estão representadas no Quadro 1.

Quadro 1: Definições, Classificação de Variáveis e Fonte dos dados

Definição de variáveis	Fonte dos dados
a. variáveis endógenas	
1 PR_t = produção de cacau (em toneladas)	IPEADATA (2015)
2 $DIMP_t$ = importações de cacau (em toneladas)	MDIC (2015)
3 DD_t = demanda interna de cacau (em toneladas)	ABCAB (2015)
4 DEX_t = exportações de cacau (em toneladas)	MDIC (2015)
5 PC_t = preço real do cacau em amêndoas no mercado interno (em toneladas)	IPEADATA (2015)
6 I_t = estoque de cacau (em toneladas)	CEPLAC (2015)
b. variáveis exógenas	
1 $PCAF_t$ = preço real do café defasado em 1 ano (R\$ / tonelada)	IPEADATA (2015)
2 GOV_{t-2} = crédito agrícola defasado em 2 anos (R\$ milhões)	IPEADATA (2015)
3 TJ_{t-2} = taxa de juro reais defasada em dois anos (%)	CEPLAC (2015)
4 HA_t = área colhida	IPEADATA (2015)
5 WPC_t = preço mundial de cacau (US\$)	IPEADATA (2015)
6 SM_t = média anual do salário mínimo real deflacionado pelo INPC do IBGE	MDIC (2015)
7 $IPIC_t$ = índice de produção industrial de chocolate no tempo t (1980 = 100)	IPEADATA (2015)
8 $TCER_t$ = taxa de câmbio efetiva real (R\$ / US\$)	ABICAB (2015)
9 $WGDP_t$ = PIB mundial no tempo t (milhões de US\$)	DATAMARKET (2015)
10. D_t = dummy da vassoura de bruxa.	BANCEN (2015)
c. Variáveis pré-determinadas	
1 PR_{t-1} = produção de cacau defasado um ano (toneladas)	IPEADATA (2015)
2 $DIMP_{t-1}$ = demanda de importação de cacau defasado um ano (toneladas)	MDIC (2015)
3 DD_{t-1} = consumo interno de cacau defasado em um ano (em toneladas)	ABICAB (2015)
4 DEX_{t-1} = demanda de exportação defasada de um ano (toneladas)	MDIC (2015)
5 PC_{t-1} = preço interno real do cacau defasado em um ano (R\$ / tonelada)	IPEADATA (2015)
6 I_{t-1} = estoque defasado em um ano (em toneladas)	CEPLAC (2015)
7 $PCAF_{t-1}$ = preço interno real do café defasado em 1 ano (R\$ / tonelada)	IPEADATA (2015)

4.2. Forma Funcional

Para a especificação adequada à teoria não fornece qualquer sugestão específica sobre a melhor forma funcional e as medidas mais pertinentes de variáveis envolvidas na análise. Um modelo apropriado foi

$$\begin{aligned}
 pr_t &= \alpha_0 + \alpha_1 pr_{t-1} + \alpha_2 pc_t + \alpha_3 caf_{t-1} + \alpha_4 ha_t + \alpha_5 tj_{t-2} + \alpha_6 gov_{t-2} + \alpha_7 d_t + \alpha_8 sm_t + \varepsilon_{1t} \\
 dimp_t &= \beta_0 + \beta_1 wpc_t + \beta_2 ipic_t + \beta_3 dimp_{t-1} + \varepsilon_{2t} \\
 dd_t &= \gamma_0 + \gamma_1 pc_t + \gamma_2 ipic_t + \gamma_3 dd_{t-1} + \gamma_4 caf_t + \varepsilon_{3t} \\
 dex_t &= \delta_0 + \delta_1 wgdpt + \delta_2 tcre_t + \delta_3 wpc_t + \delta_4 dex_{t-1} + \delta_5 pr_t + \varepsilon_{4t} \\
 pc_t &= \varphi_0 + \varphi_1 \left(\frac{i}{dd} \right)_{t-1} + \varphi_2 pc_{t-1} + \varphi_3 wpc_t + \varepsilon_{5t}
 \end{aligned}$$

Na sequência da discussão acima, a priori os sinais esperados dos coeficientes de regressão são como se segue:

$$\alpha_1 > 0, \alpha_2 > 0, \alpha_3 < 0, \alpha_4 > 0, \alpha_5 < 0, \alpha_6 > 0, \alpha_7 < 0, \alpha_8 < 0; \beta_1 < 0, \beta_2 > 0, \beta_3 > 0;$$

$$\gamma_1 < 0, \gamma_2 > 0, \gamma_3 > 0, \gamma_4 < 0; \delta_1 > 0, \delta_2 > 0, \delta_3 > 0, \delta_4 > 0, \delta_5 > 0; \varphi_1 < 0, \varphi_2 > 0, \varphi_3 > 0;$$

4.3. Métodos de estimação

A especificação do modelo econométrico é estimada usando um modelo de equações simultâneas³, utilizando mínimos quadrados de dois estágios em uma base de dados anuais que se estendem ao longo do período 1980-2014. O software utilizado foi o EVIEW 8.0 para estimar os parâmetros do modelo estrutural de equações. O modelo econométrico é estimado usando o método de mínimos quadrados de dois estágios (MQ2E) tradicionalmente utilizado em modelos de oferta e demanda (Pindyck e Rubinfeld, 2004). Geralmente, variáveis macroeconômicas são variáveis não estacionárias que causam sérios problemas para os procedimentos típicos de inferência a partir de regressões Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

Hsiao (1997a, 1997b), também investigou se problemas semelhantes surgem no contexto da MQ2E regressões, sugerindo que: Nada precisa ser mudado na aplicação da fórmula estimador MQ2E convencional para estimar os parâmetros desconhecidos e formular estatísticas de teste do tipo Wald. Têm-se as mesmas estimativas pontuais e matriz de covariância assintótica. O resultado do teste estatístico tipo Wald

definido como um que produzem estimativas imparciais (ou pelo menos consistentes) e eficientes de elasticidade (Thursby & Thursby, 1984). Em um estudo atual a forma linear foi rejeitada contra a forma log-linear. Na forma log-linear especificações são:

permanece distribuição qui-quadrado assintótica. Em outras palavras, não-estacionariedade e co-integração não exigem diferentes métodos de estimação ou procedimentos de inferência estatística. E de acordo com Sekhar (2003), a essência do modelo de equações simultâneas é uma explicação das variáveis endógenas em termos das variáveis exógenas.

O Modelo dos MQ2E consiste no Método dos Quadrados Ordinários (MQO) aplicado duas vezes. No primeiro estágio se estima a equação na forma reduzida, calculando os valores da variável endógena estimada através do MQO. Já no segundo estágio, o valor estimado da variável endógena é usado para se estimar as equações estruturais, também através do MQO⁴.

No MQ2E, para verificar a significância dos parâmetros é necessário observar se estes possuem valores absolutos maiores que os seus respectivos erros padrões, pois os testes "F" e "t" não são testes estatísticos estritamente válidos neste caso. Caso o parâmetro seja o dobro do seu erro padrão, a sua estimativa é razoavelmente segura.

Assim também ocorre com os testes de Durbin-Watson e o Coeficiente de Determinação R² que devem ser vistos com cautela, pois também não são estritamente válidos para fazer estimativas diante do MQ2E. Optou-se pela utilização do modelo logaritmizado para deduzir a equação reduzida no caso da demanda e oferta, pois suas condições são análogas às do modelo linear simples.

³Procedimento semelhante da oferta e demanda foi utilização em Hameed (2009) para o cálculo de oferta de demanda de cacau.

⁴Para maiores detalhes ver Pindyck & Rubinfeld (2004).

5. Resultados e Discussão

A análise econométrica dos dados produziu os resultados apresentados na Tabela 1. Os resultados, em geral, indicam que o modelo descrito na seção metodologia é a especificação apropriada para examinar o mercado e as respostas das variáveis. Além disso, os modelos são satisfatórios em termos de significância estatística.

A equação de oferta parece ajustar-se melhor aos dados de acordo com os diagnósticos e mostra um alto poder explicativo ($R^2 = 91\%$). Além disso, todos os coeficientes possuem os sinais corretos, porém são estatisticamente significantes as variáveis explicativas: preços reais da tonelada de cacau, área colhida, *dummy*

da vassoura de bruxa e produção defasada em um ano. A área colhida de cacau acabou por ser um determinante importante na equação de oferta devido à associação direta da produção de cacau e da terra. Portanto, se houver uma redução de 10% na área colhida a produção declinará em 7,21%. O preço do cacau é outro fator que afeta a sua oferta, o que indica que os agricultores tomam uma decisão sobre a produção de cacau conforme a variação do preço. Havendo uma queda de 10% nos preços de cacau a produção declinará em 2,2%. A produção de cacau em amêndoas no ano anterior também emergiu como um importante fator determinante para a atual oferta. Já a variável *dummy* da doença vassoura de bruxa foi outro fator importante que afetou de forma negativa a produção.

Tabela 1 - Equações Estruturais estimadas

Produção

$$\begin{aligned} \text{pr}_t &= -3.566246 + 0.226381\text{pc}_t^{***} - 0.249162\text{d}_t^{***} - 0.070681\text{pcaf}_{t-1} + 0.721197\text{ha}_t^{***} - 0.010717\text{tj}_{t-2}^* + 0.003567\text{gov}_{t-2} \\ &+ 0.472592\text{pr}_{t-1}^{***} - 0.108542\text{sm}_t \\ (-1.163558) &\quad (3.203856) \quad (-3.222452) \quad (-1.115595) \quad (3.095333) \quad (-1.147944) \quad (0.290868) \quad (3.703747) \quad (-1.451296) \\ R^2 &= 0.912725 \quad DW = 1.816583 \quad F = 33.98856^{***} \end{aligned}$$

Demandá

Demandá interna

$$\begin{aligned} dd_t &= 7.241767^{***} + 0.169924\text{ipic}_t^{***} + 0.232351\text{dd}_{t-1} - 0.068487\text{pc}_t + 0.064354\text{pcaf}_t \\ (4.258692) &\quad (3.800321) \quad (1.422548) \quad (-1.558082) \quad (1.574904) \\ R^2 &= 0.701720 \quad DW = 2.269085 \quad F = 17.64415^{****} \end{aligned}$$

Demandá de Importação

$$\begin{aligned} dimp_t &= 3.383208 + 0.700041\text{dimp}_{t-1}^{**} - 1.649589\text{wpc}_t^* + 1.988299\text{ipic}_t^{**} \\ (0.489310) &\quad (5.578872) \quad (-1.712622) \quad (2.021212) \\ R^2 &= 0.890026 \quad DW = 2.539125 \quad F = 83.62787^{****} \end{aligned}$$

Demandá de Exportação

$$\begin{aligned} dex_t &= 160.8814 + 0.282432\text{dex}_{t-1}^{***} - 0.779384\text{wpc}_t^{**} - 5.408919\text{wgdp}_t^{***} + 1.563351\text{pr}_t^{**} + 2.473478\text{tcre}_t \\ (3.06666) &\quad (1.596855) \quad (-2.158378) \quad (-3.327979) \quad (2.519348) \quad (1.576291) \\ R^2 &= 0.966576 \quad DW = 2.309296 \quad F = 161.9440^{****} \end{aligned}$$

Preço

$$\begin{aligned} pc_t &= 2.677053 - 0.133474\left(\frac{i}{dd}\right)_{t-1}^* + 0.690855\text{pc}_{t-1}^{***} + 0.055155\text{wpc}_t \\ (1.605853) &\quad (-1.849267) \quad (5.616782) \quad (0.336166) \\ R^2 &= 0.539005 \quad DW = 1.813979 \quad F = 11.69221^{****} \end{aligned}$$

Identidade

$$\text{Estoque: } I_t = I_{t-1} + PR_t + DIMP_t - DD_t - DEX_t$$

Fonte: Elaboração com base no E-views 7.0. Nota: valores entre parêntesis são estatísticas - t. *** nível de significância de 1%; ** nível de significância de 5%; * nível de significância de 10%

Com relação à demanda de importação, ela é modelada incorporando o preço mundial do cacau, o índice de produção industrial de chocolate, bem como as importações defasadas de cacau. Os resultados indicam que a produção industrial de chocolate é altamente sensível a demanda de importação, indicando que um aumento de 10% na produção industrial refletirá em um aumento de 19,8% na demanda para importação de cacau em amêndoas. Por outro lado o preço mundial também se mostrou bastante sensível na importação indicando que um aumento de 10% nos preços de cacau em amêndoas significará uma redução nas importações de 16,4%. Notadamente, uma análise de custos de importação poderá intervir no processo. Todos os determinantes possuem os sinais esperados, a priori, e são estatisticamente significantes. Seu poder de explicação foi de $R^2 = 89\%$.

A especificação da demanda interna incorpora o preço real do cacau, o preço real do café, o índice de produção industrial de chocolate e o consumo interno defasado em um ano. Apenas o índice de produção industrial de chocolate foi significante. Os resultados indicam que o consumo interno é altamente sensível ao índice industrial, que é um resultado razoável, porque a maior parte do consumo interno de amêndoas de cacau é para suprir a indústria de moagem, que é diretamente afetado pelo desenvolvimento da atividade industrial de chocolate do país. Um aumento de 10% na produção industrial de chocolate no país implicará um aumento na demanda interna de cacau de 1,69%. Semelhante à procura dos produtos em todos os estudos apresentados acima, o papel do nível de atividade econômica industrial foi encontrado como altamente significante. Pode-se dizer que a demanda interna de cacau com relação ao preço é inelástica, significando que a quantidade demandada de cacau não responde com muita intensidade a alterações nos preços.

Os resultados da estimação da demanda de exportações mostram que o parâmetro do PIB mundial carrega o sinal negativo esperado e é estatisticamente significativo. A elasticidade-renda da demanda mundial para exportação de cacau brasileiro do modelo foi negativo (-5.40891) o que indica que o cacau exportado no período de 1980-2014 se comportou como um bem inferior em termos de elasticidade para o PIB mundial, bens inferiores são bens cuja procura diminui sempre que o rendimento da população aumenta, ceteris paribus, isto pode ser explicado pela preferência do cacau de Ghana, considerado no mercado de melhor qualidade, a

medida que a renda aumenta. A demanda de exportação de cacau também é significativamente relacionada com o preço mundial do cacau que se encontra negativa e estatisticamente significante. Os resultados também indicam que a exportação demandada por cacau é altamente sensível ao preço mundial do cacau.

Na equação de preço possuem os sinais esperados, mas, estatisticamente significantes apenas as variáveis ratio defasado em um ano e o preço real do cacau defasado em um ano. Embora o coeficiente da variável preço internacional tenha o sinal positivo esperado, é estatisticamente insignificante. Os resultados também indicam que o preço doméstico do cacau é determinado pelo preço local defasado. Uma redução de 10% no ratio defasado iria aumentar o preço interno em somente de 1,3%, confirmando que boas condições de mercado não se refletem diretamente em bons preços no mercado interno. No entanto, a elasticidade em relação ao um ano defasado preço local é alta, o que indica que é mais elástica ao seu nível anterior.

6. Considerações Finais

O principal objetivo deste trabalho foi analisar as principais variáveis que atuam no mercado brasileiro de cacau. A técnica MQ2E é empregada para investigar a produção interna, a demanda interna, de exportação e de importação de cacau, bem como as respostas dos preços internos para os principais determinantes. Todos os modelos são consistentes com a teoria e todas as variáveis utilizadas tiveram os sinais corretos. Os resultados do teste de diagnóstico indicam que o modelo descrito na seção metodologia é a especificação apropriada para examinar a resposta das variáveis do mercado. Além disso, os modelos são satisfatórios em termos de seus poderes explicativos. Os resultados indicam que a produção de cacau é determinada principalmente pela sua área colhida, preço interno do cacau, sua produção defasada em um ano, e pela doença da “vassoura de bruxa” (significativos a 1%). A taxa de juros reais defasada em dois anos também é um fator importante a 10% de nível de significância.

As exportações de cacau são influenciadas pelo preço mundial de cacau, o PIB mundial, produção interna de cacau juntamente com as exportações defasadas em um ano. A demanda interna é dependente apenas do índice de crescimento da atividade industrial do chocolate brasileiro.

Os preços internos do ano anterior, bem como ratio defasado em um ano são os fatores-chave que influenciam no seu preço atual, porém de uma maneira menos sensível que a nível internacional. O modelo estimado aparece para explicar o mercado do cacau, em termos de seus principais elementos estruturais.

7. Literatura Citada

- ALIAS, M. H. 1988. Pembinaan dan Pemilihan Model respon Penawaran dan Pengeluar Getah Asli. *Journal Ekonomi Malaysia* 18:3-25.
- ALIAS, M. H.; ALI, A. M.; RAHMAN, M. A. 2001. The Impact of Government Policy on the Supply Response of Malaysian Palm Oil, Rubber and Cocoa Producers. *Utara Management Review* 2(1):41- 64.
- ALIAS, M. H.; JUSOH; M.; SENTERI; Z. 1987. A model of Malaysian agricultural sector: preliminary results . In Fourth Economic Meeting (MIER). Paper presented. Kuala Lumpur.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CHOCOLATE,CACAU, AMENDOIM, BALAS E DERIVADOS - ABICAB. 2015. Estatísticas de chocolate. www.abicab.org.br. Pesquisa realizada em 10/02/2015.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL - BANCEN. <http://www.bcb.gov.br/pt-br/paginas/default.aspx> . Pesquisa realizada em 15.03.2015.
- BRASIL. MINISTERIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - MDIC <http://www.mdic.gov.br/sitio/>. Pesquisa realizada em 15.03.2015.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA - CEPLAC. <http://www.ceplac.gov.br>. Pesquisa realizada em 15.03.2015.
- CHAMBERS, R.; JUST, R. 1979. A Critique of Exchange Rate Treatment in Agricultural Trade Models. *American Journal of Agricultural Economics* 61:249-57.
- ERNAWATI. 2004. Trade liberalization impact on the Indonesian Palm Oil Industry. PhD Thesis. Serdang, Selangor, Universiti Putra Malaysia.
- HAMEED, A. A. A. 2005. An econometric study of palm oil import demand in the Middle East and North African Countries. PhD Thesis . Serdang, Selangor, Universiti Putra Malaysia.
- HAMEED, A. A. A. et al. 2009. Supply and demand model for the Malaysian cocoa market. In Workshop on Agricultural Sector Modelling in Malaysia: quantitative models for policy analysis.Johor Bahru, Malaysia. Proceedings. Malaysia.Policy Analysis, October 26-28, 2009, Johor Bahru, Malaysia. Proceedings... Malaysia.
- HAMEED, A. A. A. et al. 2010. An econometric model of the Malaysian Cocoa Market. In International Conference on Business And Economic Research. Proceedings. Malaysia, Global Research Agency.
- HSIAO, C. 1997a. Cointegration and dynamic simultaneous equations models. *Econometrica*, 65(3): 647-670.
- HSIAO, C. 1997b. Statistical properties of the two stage least squares estimator under cointegration. *Review of Economic Studies* 64:385-398.
- INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADA - IPEA. Banco de dados: ipedata 2010. Disponível em: <<http://www.ipedata.gov.br>> Pesquisa realizada em 15.03.2015.
- KOX, H. M. L. 2000. The market for cocoa powder: modeling and forecasting the Market for Cocoa and Chocolate. Ministry of Foreign Affairs. The Netherlands.
- LABYS, W. C. 1973. *Dynamic Commodity Models: Specification, Estimation, and Simulation*, Lexington, MA, Lexington Books. 351p.
- LABYS, W.C.; POLLAK, P. K. 1984. *Commodity Models for Forecasting and Policy Analysis*. London, UK, Croom-Helm. 209p.
- LUBIS, A. R. 1994. Malaysian market model for palm oil: some policy simulations. PhD Thesis. Serdang, Selangor, Universiti Putra Malaysia.
- MISSIO, F.; JACOBI, L. F. 2007. Variáveis dummy: especificações de modelos com parâmetros variáveis. *Ciência e Natura* 29(1):111-135.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. 2004. *Econometria: modelos & previsões*. 4.ed. Rio de Janeiro, RJ, Elsevier/Campus.
- QUARTELY BULLETIN OF COCOA STATISTICS. *Cocoa Year Volume XL No. 3. 2013/2014*. London. ICCO.
- ROSDI, M. L. 1991. An econometric analysis of the Malaysian cocoa prices: a structural approach. Masters Thesis. UPM, Centre for Agricultural Policy Studies.
- SCHUH, G. E. 1974. The Exchange Rate and U.S. Agriculture. *American Journal of Agricultural Economics* 56:1-13.
- SEKHAR, C. S. C. 2003. Price formation in world wheat markets implications for policy. *Journal of Policy Modeling* 25:85-106.
- SHAMSUDIN, M. N.; ROSDI, M. L.; ANN, C. T. 1993. Malaysian cocoa market model. In: Arshad, F.M., Shamsudin, M.N.; Othman, M.S., eds. *Malaysian Agricultural Commodity Forecasting and Policy Modelling*. UPM, Center for Agricultural Policy Studies.
- SHAMSUDIN, M. N. 1993. The Effect of Import Liberalisation of Cocoa Beans on Malaysian Cocoa Industry. *Borneo Review* 4:97-111.
- SHAMSUDIN, M. N. 1998. The effect of an export levy on the Malaysian Cocoa Industry, *Pertanika J. Society. Science & Humanity* 6(1):23-29.
- THURSBY, J. G; THURSBY, M. C. 1984. How reliable are simple, single equation specifications of import demand? *The Review of Economics and Statistics* 66(1):120-28.
- YUSOFF, M. 1988a. Malaysian Natural Rubber Market Model. *Pertanika* 2 (3): 441-449.
- YUSOFF, M. 1988b. Production and Trade Model for the Malaysian Palm Oil Industry. *Asean Economic Bulletin* 5(2):169-177.
- YUSOFF, M.; REMALI, C. M.; ZULKEFLI, S. 1998. Supply and Demand Model of the Malaysian Cocoa Industry, *Borneo Review* 9(1): 67-86.
- ZUGAIB, A. C. C. 2012. Comportamento dos preços, existência de ágio ou deságio, margens, instituições e canais na comercialização de cacau no ano de 2009. *Revista Bahia Agrícola* 9(1):50-63.

NOTA CIENTÍFICA

MINIESTAQUIA EM ESPUMA FENÓLICA: NOVA FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA À MURCHA DE *CERATOCYSTIS* EM CACAUEIRO

Dilze Maria Argôlo Magalhães, George Andrade Sodré, Elisângela dos Santos, Larissa Argôlo Magalhães

Centro de Pesquisas do Cacau, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, Rod. Ilhéus-Itabuna, km 22, Ilhéus, BA, 45662-000, Brasil. dilze@ceplac.gov.br, sodre@ceplac.gov.br, elissantos10@hotmail.com, lariargolo@yahoo.com.br.

A murcha de ceratocystis é uma importante doença do cacaueiro causada por *Ceratocystis cacaofunesta*. O fungo pode penetrar na planta através de ferimentos durante os tratos culturais, por meio de inseto vetor ou diretamente pelas raízes. Este trabalho objetivou testar a inoculação de *C. cacaofunesta* em raízes de cacaueiros propagadas por miniestaqueia em espuma fenólica para seleção de resistência. O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa do Cacau da Ceplac, Ilhéus, BA. Foram usadas miniestacas de ramos plagiotrópicos medindo de 6 a 10 cm de comprimento dos clones CCN-51, CEPEC-2002, cacau JACA, PH-16 e PS-1319. O delineamento foi em blocos casualizados e os tratamentos formados pelos clones com quatro repetições, seis miniestacas/repetição. O substrato usado para enraizamento foi espuma fenólica, as miniestacas foram mantidas em câmara de nebulização e após 60 dias foram inoculadas nas raízes. As raízes foram inicialmente aparadas para obtenção de lesões para facilitar a penetração do fungo e em seguida foram imersas por 24 h em 1L de inóculo de *C. cacaofunesta* ($3,0 \times 10^4$ ui/mL). A avaliação ocorreu 15 dias após a inoculação pela contagem de sobrevivência das estacas. Verificou-se diferença significativa ($P < 0,01$) para número de miniestacas sobreviventes, o cacau JACA teve 100% de sobrevivência, enquanto que CCN-51 apresentou menor sobrevivência (17%). Os clones CEPEC-2002 e PS-1319 com 63%, não diferiram do PH-16 (38%). O método mostrou-se fácil e de rápida execução e confirmou o comportamento dos clones cacau JACA (resistente) e CCN-51 (susceptível) a *C. cacaofunesta*, o que sugere o seu uso para selecionar genótipos de cacaueiro resistentes à murcha de *Ceratocystis*.

Palavras-chave: *Ceratocystis cacaofunesta, Theobroma cacao, estaquia de cacaueiro*

Mini cutting in phenolic foam: new tool to *Ceratocystis* wilt resistance evaluation in cocoa. The *Ceratocystis* wilt is an important cacao disease caused by *Ceratocystis cacaofunesta*. The fungus can penetrate the plant through injuries during cultivation, by insect vector or directly by the roots. This study aimed to test the inoculation of *C. cacaofunesta* in cacao roots propagated by minicutting as a test to select for disease resistance. The experiment was conducted at the Cocoa Research Center Ceplac, Ilheus, BA. Minicutting of plagiotropic branches measuring between 6 to 10 cm length of the clones CCN-51, CEPEC-2002, cacao JACA, PH-16 and PS-1319 were used in a randomized blocks design with four replications of six plants per clone. The substrate used to rooting was phenolic foam, and cuttings were kept in a mist chamber and after 60 days were inoculated on the roots. The roots were trimmed to facilitate the fungus penetration and then were immersed for 24 h in 1 L of *C. cacaofunesta* inoculum suspension (3.0×10^4 ui/ml). The evaluation occurred 15 days after inoculation by counting the amount of surviving cuttings. Significant difference was found ($P < 0.01$) cacao JACA with survival of 100%, while CCN-51 showed the lowest survival (17%). The clones CEPEC-2002 and 1319 PS-63% did not differ of PH-16 (38%). The method proved to be of easy and fast execution and confirmed the behavior of the clones cacao JACA (resistant) and CCN-51 (susceptible) to *C. cacaofunesta*. The method proved to be suitable to select resistance in cacao genotypes to *Ceratocystis* wilt.

Key words: *Ceratocystis cacaofunesta, Theobroma cacao, cuttings of cacao*

A murcha de ceratocystis causada pelo fungo *Ceratocystis cacaofunesta* Engelbr. & T.C. Harr., (Engelbrecht; Harrington, 2005) conhecida popularmente como “mal do facão” é uma importante doença do cacau (Theobroma cacao L.). Na Bahia a doença foi identificada pela primeira vez em mudas enxertadas e posteriormente no campo, em plantas adultas clonadas (Bezerra, 1997; Bezerra et al., 1998). Esta doença atualmente tem causado a morte de plantas em diferentes fases de desenvolvimento (Luz et al., 2013).

Ceratocystis cacaofunesta pode penetrar na planta por ferimentos, pelas ferramentas utilizadas na realização dos tratos culturais, principalmente a desbrota, a poda e a enxertia (Delgado; Suárez, 2003; Oliveira e Luz 2005). Também pode penetrar diretamente pelas raízes, pois sendo um fungo presente no solo a disseminação pode ocorrer pelo contato entre as raízes das plantas (Ferreira e Milani, 2002; Firmino et al., 2013), e pela casca através de insetos vetores dos gêneros *Xyleborus* e *Xylosandrus*, que disseminam propágulos do fungo de plantas doentes para sadias de forma direta e indireta (Oliveira e Luz, 2005; 2012).

Ceratocystis cacaofunesta é um patógeno de difícil controle, provoca danos irreversíveis no sistema vascular da planta e em pouco tempo a planta morre, mas as folhas mortas permanecem aderidas por muito tempo, passando o fungo a crescer no tecido em decomposição onde são formados os esporos sexuados e assexuados (Silva et al. 2004; Tumura et al. 2012). O uso de genótipos de cacauzeiros resistentes é o método mais eficiente para controle da doença (Silva et. al., 2004, 2012; Delgado e Suárez, 2003; Baker e Harrington, 2004; Alarcon, 1994; Chong, 1961; Lawrence et al, 1991).

Várias pesquisas vêm sendo realizadas para seleção de genótipos resistentes a murcha de ceratocystis usando metodologias de inoculação com pedaços de ramos destacados (Delgado e Echandi, 1965), inoculação em caule de plantas adultas no campo e em caules de mudas (Delgado e Suárez, 2003; Silva et al. 2004; 2007; 2012; 2013; Sanches, 2007; Oliveira et al. 2009,). Na obtenção de mudas clonais de cacauzeiros para testar a resistência ao *C. cacaofunesta* é necessário a esterilização do substrato e o uso de material em que o caule apresente aproximadamente 1,5 cm de diâmetro (Silva et al. 2004; 2007; 2012; 2013; Sanches, 2007).

O uso de miniestacas garante um enraizamento vigoroso e aumenta a capacidade de sobrevivência das estacas (Sodré, 2007). Por outro lado a espuma fenólica por ser um material estável, isento de patógenos e de fácil manejo, facilita a condução dos experimentos, principalmente quando comparado ao enraizamento com substrato em tubetes (Freitas et al. 2005). A espuma fenólica é constituída de material estéril, não interfere na nutrição das plantas e tem capacidade de prover boa sustentação para a muda, além de alta capacidade de retenção de umidade e aeração (Silva, 2012).

O trabalho teve como objetivo testar o método de inoculação de *C. cacaofunesta* aplicando o inóculo no sistema radicular de mudas de genótipos de cacauzeiros propagadas por miniestaquias em espumas fenólicas para seleção de resistência.

O experimento foi conduzido na Câmara de nebulização do Centro de Pesquisas do Cacau da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, Ilhéus, BA. Foram utilizadas miniestacas dos clones CCN-51, CEPEC-2002, cacau JACA, PH-16 e PS-1319 oriundas de plantas matrizes do Banco de Germoplasma. O delineamento experimental foi em blocos com cinco clones e quatro repetições e a unidade experimental formada por seis miniestacas.

Hastes apicais herbáceas, de ramos plagiotrópicos (Figura 1A), foram coletadas pela manhã e transportadas para a casa de vegetação onde foram preparadas as miniestacas com quatro a cinco folhas e 6 a 10 cm de comprimento, tendo as bases cortadas transversalmente 2 mm abaixo da gema foliar. A primeira folha da base para o ápice foi reduzida em 50% e as demais em 20% do tamanho original (Figura 1B).

Após o corte as miniestacas foram colocadas em um Becker com água para mantê-las hidratadas (Figura 1C) e não foram tratadas com fungicida para não interferir no resultado da inoculação com *C. cacaofunesta*. Posteriormente tiveram a base imersa por 5 segundos em ácido indolbutílico (AIB) diluído em solução hidro alcoólica na concentração de 6.000 mg.L⁻¹ (Sodré, 2013) (Figura 1D). As miniestacas foram inseridas a 2 cm de profundidade do topo de espumas fenólicas retangulares (2,5 x 2,5 x 5 cm) pré umedecidas (Figura 1E), fixadas verticalmente em bandejas plásticas e imediatamente conduzidas à câmara de nebulização, programada para

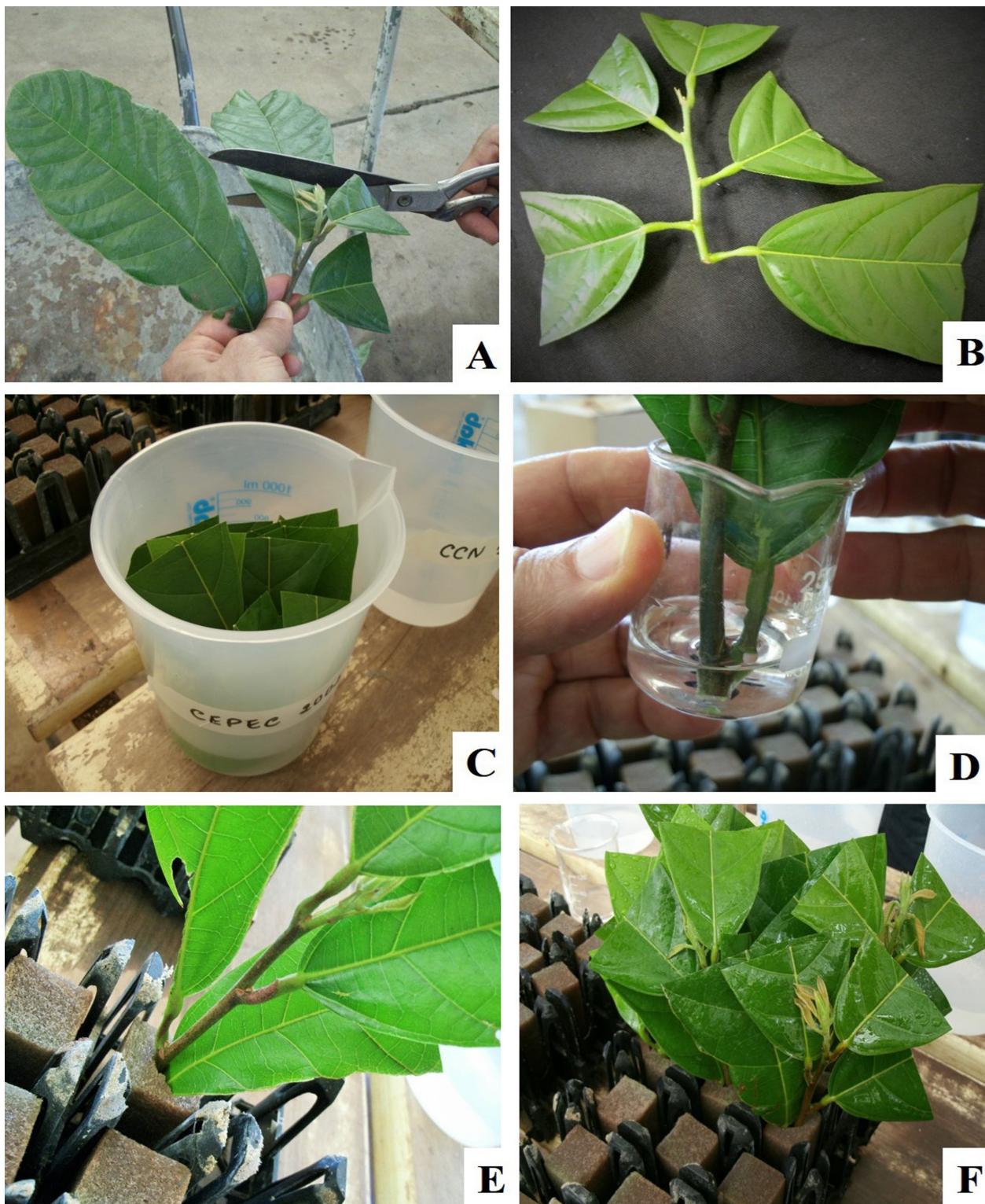


Figura 1 - Inoculação de *C. cacaofunesta* nas raízes de cacaueiros: (1A) miniestacas apicais herbáceas, de ramos plagiotrópicos; (1B) Miniestacas, com 4 a 5 folhas, a primeira folha reduzida em 50% e as demais em 20% do tamanho; (1C) Colocadas em água para manter hidratação; (1D) Tratando-as no ácido indolbutírico; (1E,F) Inseridas a 2 cm de profundidade em espumas fenólicas e fixadas verticalmente em bandejas.

microaspersão diária por 10 segundos a cada dez minutos das 6:00 às 18:h. (Figura 1F) (Sodré, 2013). A fim de garantir a nutrição mineral das estacas enraizadas, aos 30 e 45 dias cada espuma recebeu 5 mL de solução de Hoagland ($\frac{1}{4}$ de força iônica).

A inoculação de *C. cacaofunesta* foi realizada aos 60 dias da permanência das miniestacas em espuma fenólica. Antes da inoculação as estacas com sistema radicular maior foram selecionadas (Figura 2 A); e as raízes foram aparadas com a finalidade de obter lesões para facilitar a penetração do fungo (Figura 2B). O inóculo de *C. cacaofunesta* foi preparado utilizando culturas do isolado Cc20 (Figura 2C), na concentração de $3,0 \times 10^4 \mu\text{mL}$. Em seguida, as bandejas contendo as estacas foram colocadas em caixas plásticas onde foi depositado 1L de inóculo. O sistema radicular das estacas ficou imerso na suspensão de inóculo por um período de 24 horas em câmara úmida (Figura 2D, E). Após esse período o inóculo foi drenado e as bandejas encaminhadas para câmara de nebulização.

A avaliação foi realizada 15 dias após a inoculação, pela contagem de estacas vivas e mortas (Figura 2F). Os dados foram submetidos à análise de variância e por não apresentarem distribuição normal foram transformados em raiz quadrada de $X + 0,5$. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$), utilizando o programa SAS (SAS Institute, 2004).

Os clones apresentaram diferentes reações ao patógeno e este foi reisolado das plantas com sintomas. Foi verificada diferença significativa ($P < 0,01$) entre o clone cacau JACA em relação aos demais clones com 100% de estacas vivas enquanto o clone CCN-51 foi o que menos sobreviveu e apresentando apenas 17% de estacas vivas. Os clones CEPEC-2002 e PS-1319 apresentaram resistência intermediária ao patógeno com um percentual de 63% de estacas vivas, mas não diferiram estatisticamente de PH-16 com 38% e este também não diferiu de CCN-51. O coeficiente de variação do experimento (14,95%) atesta a precisão do mesmo.

Estes resultados confirmam o comportamento de resistência do cacau JACA em testes anteriores (Silva et al. 2004, 2007, 2012, 2013; Oliveira et al., 2009) e a alta resistência ao *C. cacaofunesta* que supera os demais clones, sendo normalmente utilizado como padrão de resistência (Silva et al. 2004).

O cacau JACA distinguiu-se estatisticamente de todos os demais clones com 100% de estacas vivas, enquanto os clones CEPEC-2002 e PS-1319 mostraram-se menos resistentes que o cacau JACA, porém apresentam resistência quando comparados ao padrão de suscetibilidade (CCN-51). Confirmaram-se também resultados anteriores que indicaram o clone CCN-51 como padrão de suscetibilidade. Nesse contexto deve-se destacar que o clone CCN - 51 foi anteriormente avaliado como suscetível tanto em inoculação em mudas, como em galhos no campo (Luz et al. 2000; Magalhães et al., 2012; Silva et al., 2004, 2012, 2013).

O uso de miniestacas enraizadas em espuma fenólica auxiliou e facilitou a avaliação de resistência dos genótipos de cacau ao *C. cacaofunesta*. Isso ocorreu devido à praticidade na obtenção de estacas em curto espaço de tempo (60 dias) entre o enraizamento e a inoculação com *C. cacaofunesta* e 15 dias para a avaliação dos resultados. Desta forma, entende-se que com esse método será possível testar a resistência de maior número de clones, independente da época do ano. Deve-se também destacar a forma segura e prática de realizar a inoculação, por não haver necessidade de transportar o patógeno para o campo, como ocorre na inoculação de plantas adultas e a rápida obtenção dos resultados, já aos 15 dias após a inoculação.

O método descrito nessa pesquisa permite avaliar além da resistência à murcha de ceratocystis, a taxa de enraizamento dos genótipos estudados. Pode ser também usado em estudos onde se verifica que o solo ou o substrato podem interferir na avaliação de resultados, como por exemplo: nos testes de controle biológico *in vivo* do patógeno por antagonistas e nas avaliações de indução de resistência por compostos minerais.

A miniestaquia com enraizamento em espuma fenólica mostrou-se de fácil e rápida execução em raízes de cacau ao *C. cacaofunesta* que supera os demais clones, sendo normalmente utilizado como padrão de resistência (Silva et al. 2004).

Agradecimentos

Os autores agradecem aos Servidores da Ceplac: Edmundo Dias de Andrade pelo treinamento ministrado; a Ana Rosa Rocha Niella, Virgínia Oliveira Damaceno,

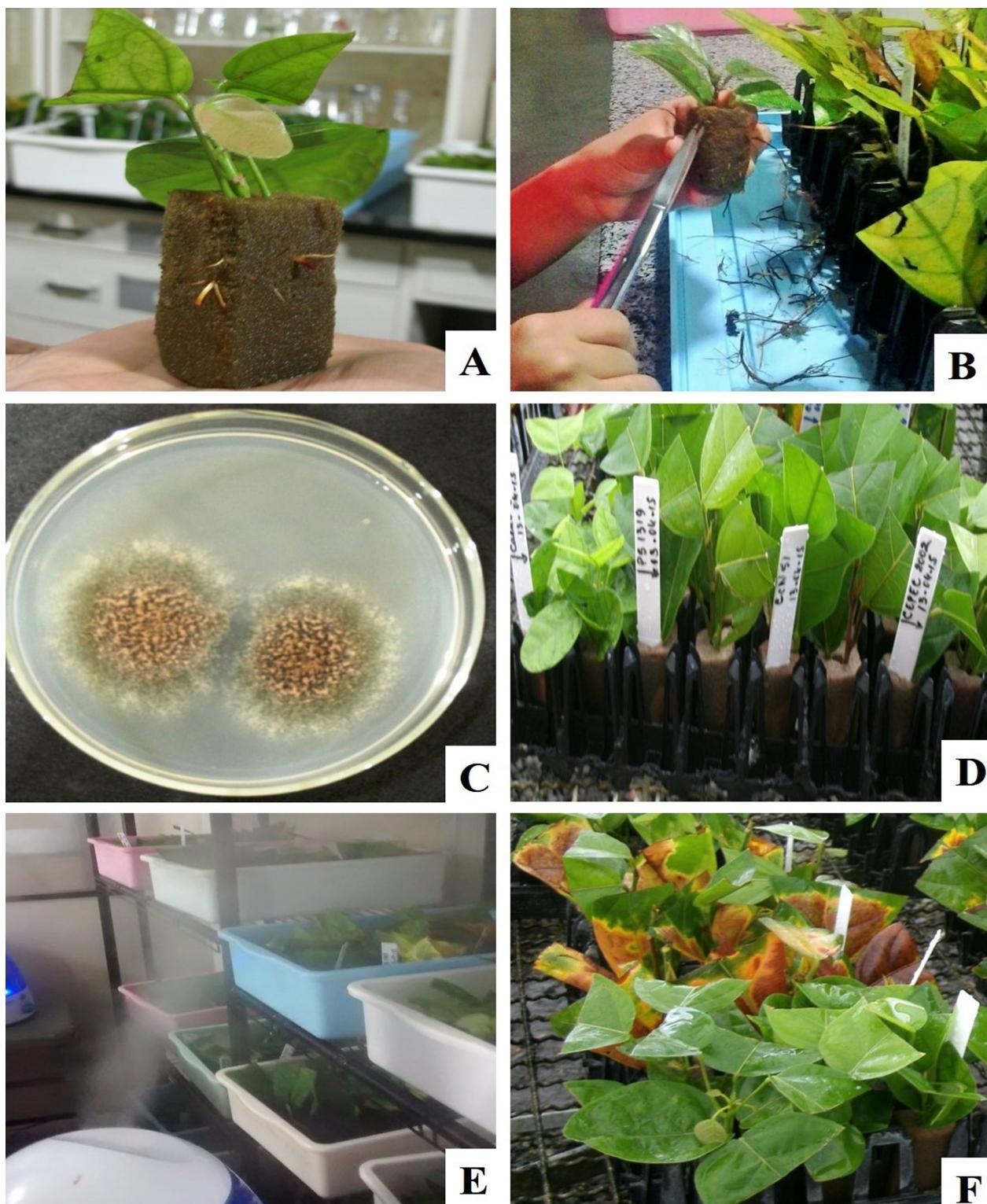


Figura 2 - Inoculação de *C. cacaofunesta* nas raízes de mudas de cacauzeiros: (2A) Seleção de mudas enraizadas; (2B) As raízes foram aparadas para a obtenção de lesões e penetração do fungo; (2C) Colônias de *C. cacaofunesta* usadas no preparo do inóculo; (2D, E) As bandejas contendo as mudas foram imersas no inóculo por 24 h em câmara úmida; (2F) Avaliação aos 15 dias após a inoculação pela contagem de mudas vivas e mortas.

Ananias Virginio de Jesus e Arnaldo de Souza Santos pelo apoio na condução do experimento em casa de vegetação e laboratório e a Lindolfo Pereira dos Santos pela contribuição nas análises estatísticas.

Literatura Citada

- ALARCON, C. R. M. 1994. Determinación de resistencia de 250 clones de cacao de origen nacional al ataque de mal de machete. Graduation Thesis. Guayaquil, Universidad Agraria del Ecuador.
- BAKER, C. J.; HARRINGTON, T. C. 2004. *Ceratocystis fimbriata*. In: Crop protection compendium. Kew Surrey, CABI Publishing. pp.14.
- BEZERRA, J. L., et al. 1998. Ocorrência de *Ceratocystis fimbriata* em clones de cacau no Estado da Bahia. Fitopatologia Brasileira 23:228 (Resumo 117).
- BEZERRA, J. L. 1997. *Ceratocystis fimbriata* causing death of budded cocoa seedlings in Bahia, Brazil. Incoped Newsletter 1:6.
- CHONG, G. L. 1961. Desarrollo de la infeción y naturaleza de la resistencia clonal a *Ceratocystis fimbriata*. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agronomo. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. Facultad de Agronomía Y Veterinaria. 120p.
- DELGADO, U.; ECHANDI, E. 1965. Evaluación de la resistencia de especies y clones de cacau al mal del machete provocado por *Ceratocystis fimbriata*. Turrialba (Costa Rica)15:286-289.
- DELGADO, R.; SUÁREZ, C. 2003. Diferencias en agresividad entre aislamientos de *Ceratocystis fimbriata* de Ecuador y Brasil en cacao. In: Seminário Nacional de Sanidad Vegetal 12º, Lacatunga. Proceedings. Lacatunga, Ecuador. 8p.
- ENGELBRECHT, C. J. B.; HARRINGTON, T. C. 2005. Intersterility, morphology and taxonomy of *Ceratocystis fimbriata* on sweet potato, cacao and sycamore. Mycologia 97:57-69.
- FERREIRA, F. A.; MILANI, D. 2002. Diagnose visual e controle das doenças abióticas e bióticas do eucalipto no Brasil. Mogi Guaçu, SP, International Paper. p. 104.
- FIRMINO, A. C.; TOZZE JUNIO H. J.; DE SOUZA, I. C. G. 2013. Resistência de genótipos de Eucalipto a *Ceratocystis* spp. Scientia Forestalis (Brasil) 41(98):165-173.
- FREITAS, T. A. S., et al. 2005. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. Revista Árvore (Brasil) 29(6):853-861.
- LAWRENCE, J. S.; CAMPÊLO, A. M. F. L.; FIGUEIREDO, J. M. 1991. Enfermidades do cacaueiro. III - Doenças fúngicas vasculares e radiculares. Agrotrópica (Brasil) 3(2): 65-73.
- LUZ, E. D. M. N., et al. 2013. Atualidades no manejo de doenças do cacaueiro no Brasil. In: Núcleo de Estudos em Fitopatologia, org. Patologia Florestal: desafios e perspectivas. 1ºed. Lavras - MG, NEFIT - Núcleo de Estudos em Fitopatologia. pp. 313-334.
- LUZ, E. D. M. N.; SILVA, S. D. V. M.; GRAMACHO, K. P. 2000. Seleção de clones de cacaueiro para resistência a *Ceratocystis fimbriata*. Fitopatologia Brasileira 25 (Supl). 389 p.
- MAGALHÃES, D. M. A., et al. 2012. Seleção de Clones Resistentes à *Ceratocystis Cacaofunesta* - Propagação Vegetativa In Congresso Brasileiro do Cacau, 3º. Minibanners. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico (Edição Especial). pp. 70.
- OLIVEIRA, B. F., et al. 2009. Identificação de fontes de resistência a *Ceratocystis cacaofunesta* em mudas de cacaueiro. Agrotrópica (Brasil) 21: 83-88.
- OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. 2005. Identificação e manejo das principais doenças do cacaueiro no Brasil, Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. 132 p.
- OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. 2012. Principais doenças do cacaueiro e seu manejo. In Valle, R. R., org. Ciência, tecnologia e manejo do cacaueiro. 2ed. Brasília, DF, MAPA/CEPLAC. pp. 187-275.
- SANCHES, C. L. G. 2007. Murcha-de-ceratocystis (*Ceratocystis cacaofunesta*) no sul da Bahia: metodologia para seleção de genótipos de cacaueiro resistentes e estudos preliminares descritivos do patógeno. Dissertação Mestrado. Ilhéus, BA, UESC. 61p.
- SAS INSTITUTE. 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide. SAS Institute, Cary, NC. 5121p.
- SILVA, P. H. M. da., et al. 2012. Produção de mudas clonais de eucalipto em espuma fenólica: crescimento inicial e mortalidade. Cerne (Brasil) 18(4):639-649.
- SILVA, S. D. V. M.; PAIM, M. C.; CASTRO, W. M. 2004. Cacau Jaca resistente a *Ceratocystis fimbriata* na Região Cacaueira da Bahia, Brasil. Fitopatologia Brasileira 29: 538-540.
- SILVA, S. D. V. M., et al. 2007. Reação de genótipos de cacaueiros a isolados de *Ceratocystis cacaofunesta*. Fitopatologia Brasileira 32:504-506.
- SILVA, S. D. V. M., et al. 2012. Resistência de progêniens de cacaueiros à murcha-de-Ceratocystis. Tropical Plant Pathology 37:191-193.
- SILVA, S. D. V. M., et al. 2013. Seleção de clones de cacaueiros resistentes à murcha-de-Ceratocystis em condições de campo. Agrotrópica (Brasil) 25:163-170.
- SODRÉ, G. A. 2007. Substratos e estaias na produção de mudas de cacaueiros. Tese Doutorado. Jaboticabal, SP, UNESP. 84p.
- SODRÉ, G. A. 2013. Formação de mudas de cacaueiros, onde nasce a boa cacaicultura. Ilhéus, BA. CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, nº 202. 48p.
- TUMURA, K. G.; DE PIERI, C.; FURTADO, E. L. 2012. Murcha por *Ceratocystis* em eucalipto: avaliação de resistência e análise epidemiológica. Summa Phytopathologica (Brasil) 38(1): 54-60.



AGRADECIMENTOS AOS CONSULTORES CIENTÍFICOS

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

A revista Agrotrópica, através do seu conselho editorial, deseja expressar seu mais profundo agradecimento aos especialistas que colaboraram na revisão de um ou mais artigos a eles enviados pelo editor. A publicação de seus nomes é um testemunho do nosso mais profundo reconhecimento pela sua valiosa colaboração com a revista.

- Albertí Ferreira Magalhães (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Andréa da Silva Gomes (1) UESC - Ilhéus - BA
- Antonio Fontes de Farias Filho (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Antonio J. S. Argôlo (1) UESC - Ilhéus - BA
- Aurélio José Antunes de Carvalho (1) IF BAIANO/Santa Inês - BA
- Célio Kersul do Sacramento (1) UESC - Ilhéus - BA
- Danuza Oliveira Campos (1) UESC - Ilhéus - BA
- Davi José Silva (1) EMBRAPA Petrolina - PE
- Dilze Argôlo Magalhães (2) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Edna Dora Martins Newman Luz (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Elenildes Santana Pereira (1) UESC - Ilhéus - BA
- Francisco Mendes Costa (1) UESC - Ilhéus - BA
- George Andrade Sodré (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Geraldo Trindade Junior (1) UESC - Ilhéus - BA/UESB - Itapetinga - BA
- Göetz Schroth (1) UFOPA - PA
- Guilherme Amorim Homem de Abreu Loureiro (1) CEPLAC/CEPEC - UESC - Ilhéus - BA
- Hilmar Ilton Santana Ferreira (1) UESC - Ilhéus - BA
- Jadegudson Pereira (1) UESC - Ilhéus - BA
- Jaime Honorato Junior (1) Autônomo - Ituberá - BA
- José Inácio Lacerda Moura (1) CEPLAC/CEPEC - Una - BA
- José Luiz Bezerra (2) UFRB - Cruz das Almas - BA/CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- José Raimundo Bonadie Marques (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Lizziane Argôlo Batista (1) IF BAIANO/Itapetinga - BA
- Kaliandra Freitas Sena (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Manfred Willy Müller (2) CEPLAC/Diretoria - Brasília - DF
- Nadja Santos Vitória (2) UNEB/Campus Paulo Afonso - BA
- Quintino Reis de Araujo (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Stela Dalva Vieira Midlej Silva (2) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Valter Alves do Nascimento (1) UESC - Ilhéus - BA

*Os números entre parênteses, após os consultores, indicam o número de trabalhos revisados.

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

