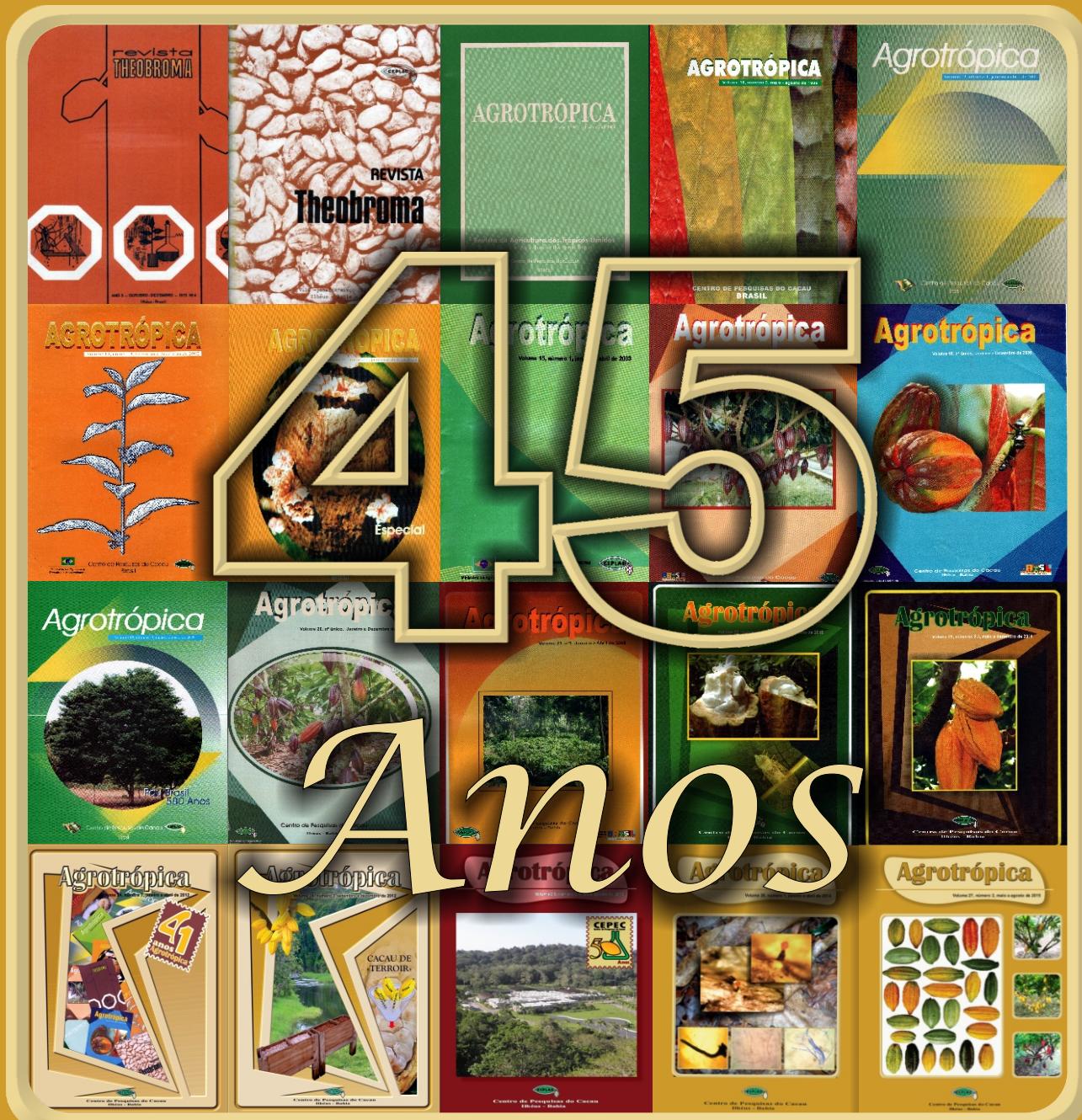


Agrotrópica

Volume 28, número 1, janeiro a abril de 2016



**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 retrata um marco histórico comemorativo de 45 anos de organização da Revista, promovendo uma maior democratização do conhecimento científico.

AGROTRÓPICA é indexada em:

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

AGROTRÓPICA

V. 28

Janeiro - abril

2016

N.1



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

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

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

Comitê Editorial:

Adonias de Castro Virgens Filho; 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

CONTEÚDO

ARTIGOS

- 5 Diversidade genética entre acessos clonais de seringueira (*Hevea* spp.) utilizando marcadores moleculares RAPD. **J. R. B. Marques, R. M. F. Santos, R. C. Santos.**
- 13 Métodos de interpolação para descrição da dependência espacial do índice foliar de clorofila de cacaueiros (em inglês). **L. B. Franco, S. de A. Silva.**
- 23 *Sclerotocystis coremioides* (Glomeromycota) formando esporocarpos epígeos em substratos orgânicos de cacaueiro na Mata Atlântica da Bahia. **B. T. Goto, J. L. Bezerra, Leonor C. Maia.**
- 29 Fungos endofíticos de raízes de sisal antagonistas ao *Aspergillus niger*. **E. L. Candeias, M. L. do C. Santos, E. A. A. Duarte, T. A. S. de Oliveira, J. L. Bezerra, A. C. F. Soares.**
- 37 Fungos colonizando palmeiras em áreas de caatinga do sertão da Bahia. **M. A. L. dos Santos, N. S. Vitória, J. L. Bezerra.**
- 47 Influência de biofertilizante na produção da alface e em propriedades químicas de um Argissolo. **B. dos P. Assis, D. P. Assis, E. Gross.**
- 55 Aspectos físicos da qualidade do solo sob sistemas agroflorestais e pastagem no Sul da Bahia. **C. O. Arevalo-Hernandez, A. Q. Paiva, T. Mizuki, A. J. G. Almeida, M. C. Uzêda, E. N. de Matos.**
- 65 Caracterização de frutos de progênies de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* sims f. *flavicarpa* Degener). **M. V. S. Paixão, C. dos S. Oliveira.**
- 71 Variabilidade genética de ostras coletadas no estuário do rio Subaé, São Francisco do Conde - BA. **A. C. S. Daltro, D. O. do C. de Almeida, S. Baroni, R. F. C. Moreira, S. B. A. Fonteles, N. S. E. Barreto.**
- 79 A implantação da APA Penedo - RJ: entre a criação de novas unidades de conservação e velhas práticas. **H. F. de Souza Filho e H. M. Curti Junior.**



**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.28

January - April

2016

N.1

CONTENTS

ARTICLES

- 5 Genetic diversity among rubber (*Hevea* spp.) clones using RAPD molecular markers (in Portuguese). **J. R. B. Marques, R. M. F. Santos, R. C. Santos.**
- 13 Interpolation methods for the description of the spatial dependence of the leaf chlorophyll content in cocoa trees. **L. B. Franco, S. de A. Silva.**
- 23 *Sclerotostis coremioides* (Glomeromycota) forming epigeous sporocarps on organic substrates of cocoa plantations in the Atlantic Forest of Bahia (in Portuguese). **B. T. Goto, J. L. Bezerra, Leonor C. Maia.**
- 29 Endophytic fungi of sisal roots *Aspergillus niger* antagonists (in Portuguese). **E. L. Candeias, M. L. do C. Santos, E. A. A. Duarte, T. A. S. de Oliveira, J. L. Bezerra, A. C. F. Soares.**
- 37 Fungi from palms in the areas of caatinga in the Bahia (in Portuguese). **M. A. L. dos Santos, N. S. Vitória, J. L. Bezerra.**
- 47 Influence of biofertilizer on the lettuce and the chemical properties of an Ultisol (in Portuguese). **B. dos P. Assis, D. P. Assis, E. Gross.**
- 55 Physical aspects of soil quality under agroforestry systems and pasture in Southern Bahia (in Portuguese). **C. O. Arevalo-Hernandez, A. Q. Paiva, T. Mizuki, A. J. G. Almeida, M. C. Uzêda, E. N. de Matos.**
- 65 Characterization of progenies yellow (*Passiflora edulis sims f. flavicarpa* Degener) passion fruit (in Portuguese). **M. V. S. Paixão, C. dos S. Oliveira.**
- 71 Genetic variability of oysters collected from the Subaé River estuary, São Francisco do Conde - BA (in Portuguese). **A. C. S. Daltro, D. O. do C. de Almeida, S. Baroni, R. F. C. Moreira, S. B. A. Fonteles, N. S. E. Barreto.**
- 79 The implantation of APA Penedo - RJ: between the creation of the new conservation units and old practices (in Portuguese). **H. F. de Souza Filho e H. M. Curti Junior.**

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 alopoiética da terra em escala planetária. Tese Doutorado. Porto Alegre, UFRGS/IB. 235p.

MONOGRAFIA SERIADA

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

PARTE DE EVENTO

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

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

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

Os autores receberão cópias do seu trabalho publicado.

GUIDELINES TO AUTHORS

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

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

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

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

5 - Abstract - No more than 200 words.

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

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

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

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

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

11 - Measurement units - Use only the International System.

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

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

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

Citation should be given as follows.

PERIODICALS

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

BOOKS

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

BOOK CHAPTERS

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

DISSERTATION

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

THESIS

ROHDE, G. M. 2003. Economia ecológica da emissão antropogênica de 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 than 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.

DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS CLONais DE SERINGUEIRA (*Hevea* spp.) UTILIZANDO MARCADORES MOLECULARES RAPD

José Raimundo Bonadie Marques¹, Rogério Mercês Ferreira Santos², Ronaldo Carvalho Santos¹

¹CEPLAC/Centro de Pesquisas do Cacau, Seção de Genética, Caixa Postal 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil,
bonadie@cepec.gov.br; ²Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas/DCBIO,
rogeriomerces@gmail.com

No continente americano, a seringueira tem enfrentado uma série de problemas relacionados à ocorrência de doenças, principalmente as foliares, causada pelos fungos *Microcyclus ulei* e *Phytophthora* spp. Para superar este problema, o desenvolvimento de variedades clonais produtivas e resistentes é a forma mais viável economicamente e correta de controle. Sabe-se ainda que as fontes de resistência envolvidas nos clones de *Hevea brasiliensis*, recomendados para a produção de borracha no mundo, são bastante restritas. Portanto, a identificação de novos genes e seus respectivos alelos de resistência, em outras espécies do gênero *Hevea*, é uma estratégia que pode ser eficientemente aproveitada nos programas de melhoramento para as áreas tradicionais de cultivo. O conhecimento da diversidade genética disponível nos clones da série CPAA C, recém-introduzidos e mantidos na Estação Experimental Djalma Bahia (EDJAB), em Una, BA, assume papel preponderante para o programa. Isto porque existe a possibilidade de que esses acessos, descendentes da hibridização de *H. pauciflora* com as espécies *H. rigidifolia* e *H. guianensis* var. *marginata*, venham a se constituir em novas e distintas fontes de resistência. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade genética de 16 acessos dessa série por meio de marcadores moleculares RAPD, com base em oito iniciadores, que geraram 48 fragmentos polimórficos. A análise do agrupamento revelou que os marcadores RAPD foram eficientes para discriminação dos acessos e que houve variabilidade genética potencial para uso em programas de melhoramento que visam à incorporação de genes de resistência nos clones de *H. brasiliensis* de alta produção de borracha.

Palavras-chave: melhoramento genético, germoplasma, similaridade.

Genetic diversity among rubber (*Hevea* spp.) clones using RAPD molecular markers. In the Americas, the rubber tree has faced a number of problems related to the diseases occurrence, especially leaf diseases, caused by the fungi *Microcyclus ulei* and *Phytophthora* spp. To cope with this problem, the development of productive and resistant clonal varieties is the most economically viable and correct form of control. It is also known that resistance sources involved in clones of *Hevea brasiliensis* recommended for rubber production in the world are very restricted. Therefore, the identification in other species of the *Hevea* genus of new genes and their respective resistance alleles is a strategy that can be efficiently utilized in breeding programs for traditional cultivation areas. Knowledge of the genetic diversity available in clones of the CPAA C series, newly introduced and maintained at Djalma Bahia Experimental Station (EDJAB) in Una, BA, Brazil, assumes leading role in the program. This is because the possibility exists that such accesses, descendants of the hybridization of *H. pauciflora* with species of *H. rigidifolia* and *H. guianensis* var. *marginata*, may constitute new and distinct sources of resistance. Therefore, we assessed the genetic diversity of 16 accesses of this series using RAPD molecular markers based on 8 primers, which generated 48 polymorphic fragments. Cluster analysis revealed that the RAPD markers were efficient for accesses discrimination and that there was genetic variability with potential for its use in breeding programs aimed at incorporating resistance genes in clones of *H. brasiliensis* of high rubber production.

Key words: genetic breeding, germoplasm, similarity

Introdução

Um dos principais problemas enfrentados pelos heveicultores nas áreas tradicionais de cultivo da seringueira (*Hevea* spp.) no continente americano é, sem dúvida, a ocorrência de diversas doenças causadas em folhas pelos fungos *Microcyclus ulei* (mal-das-folhas), *Phytophthora* spp. (requeima e queda-anormal-das-folhas) e *Colletotrichum gloeosporioide* (antracnose) e em painéis de sangria por *Phytophthora* spp. (cancro-do-painel) e *Ceratocystis fimbriata* (mofo cinzento). Dentre as doenças de folhas, o mal-das-folhas é a que causa maiores danos econômicos aos seringais tecnicamente implantados, por apresentar grande variabilidade e mutabilidade (Miller, 1966; Junqueira et al., 1986; Gasparotto e Junqueira, 1994), tendo sido já caracterizadas oito raças fisiológicas do fungo *M. ulei* (Chee et al., 1986).

Muito embora exista ampla variabilidade genética nas espécies que compõem o gênero *Hevea*, favorecendo a prospecção e uso de vários genes e seus respectivos alelos para diversas características de interesse agronômico, as variedades clonais atualmente cultivadas possuem uma base genética bastante estreita (Lopes e Marques, 2015). Desse modo, o conhecimento da diversidade genética disponível em diferentes populações de seringueira é de fundamental importância para o programa de melhoramento genético. Isto possibilitaria a identificação de parentais divergentes para uso em cruzamentos, buscando-se combinações gênicas que possibilitem a obtenção de genótipos superiores.

Nos últimos anos, métodos biotecnológicos têm sido cada vez mais incorporados aos programas de melhoramento convencional, por acessar mais rapidamente a variabilidade genética, em nível de DNA, assim como identificar a diversidade disponível nas coleções de germoplasma. A utilização direta dessas informações em várias culturas perenes tem propiciado alta eficiência na seleção, rapidez na obtenção de ganhos genéticos quando comparados com a seleção baseada em apenas dados fenotípicos (Ferreira e Grattapaglia, 1998). Essas técnicas, além de não interagirem com o ambiente, conseguem distinguir parentais divergentes e ainda são passíveis de aplicação em qualquer estádio de desenvolvimento da planta, aspecto particularmente importante nos

estudos de diversidade genética da seringueira (Gouvêa, 2009).

Diferentes tipos de marcadores moleculares encontram-se disponíveis para a detecção da variabilidade genética em nível de DNA. Dentre esses marcadores, o RAPD foi o mais utilizado para interpretação da diversidade genética em seringueira (Bicalho et al., 2008; Hernandez et al., 2006; Venkatachalam et al., 2002; Marques et al., 2002; Varghese et al., 1997). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade genética existente entre acessos clonais de seringueira da série CPAA C, resultantes de cruzamentos interespecíficos entre parentais de *H. pauciflora* e das espécies *H. rigidifolia* e *H. guianensis* var. *marginata*, via marcadores moleculares RAPD, visando identificar parentais divergentes de *H. pauciflora* para posterior utilização em programas de melhoramento desta cultura.

Material e Métodos

Material Genético

Para o estudo foram analisados 16 acessos de seringueira (Tabela 1), selecionados no Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia (CPAA) como clones para uso nos trabalhos de enxertia de copa (Moraes, 2000; Moraes e Moraes, 1996; Moraes e Moraes, 1995). Destes, 15 acessos são resultantes do cruzamento entre seis clones parentais distintos de *H. pauciflora* (CBA 1, CNS AM 7745, CNS G 112, CNS G 124, CNS G 118 e um acesso da coleção de Baldwin) com os clones de *H. guianensis* var. *marginata* (Hgm 1 e Hgm 14) e *H. rigidifolia* (CNS AM 8105). Apenas o CPAA C 01 é uma seleção ilegítima de *H. guianensis* var. *marginata* (Marques et al., 2003). As amostras foram coletadas na coleção de germoplasma de seringueira, mantida na Estação Experimental Djalma Bahia (EDJAB), em Una, BA. Foi amostrada apenas uma planta de cada acesso. Todas as amostras de DNA utilizados apresentaram quantidade e qualidade satisfatórias para análise de diversidade genética.

Extração de DNA

O DNA genômico dos 16 acessos de seringueira foi extraído no Laboratório de Biotecnologia do Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC) de acordo com o

Tabela 1. Acessos clonais de seringueira da série CPAA C e seus respectivos parentais, estabelecidos na Estação Experimental Djalma Bahia (EDJAB), em Una, BA, 2015

Acesso clonal	Parentais
CPAA C 01	Ilegítimo de Hgm 1 (<i>H. guianensis</i> var. <i>marginata</i>) ¹
CPAA C 11	<i>H. pauciflora</i> ² x CNS AM 8105 (<i>H. rigidifolia</i>)
CPAA C 12	CNS AM 8105 (<i>H. rigidifolia</i>) x <i>H. pauciflora</i> ²
CPAA C 13	Hgm 1 (<i>H. guianensis</i> var. <i>marginata</i>) x CNS G 112 (<i>H. pauciflora</i>)
CPAA C 14	Hgm 1 (<i>H. guianensis</i> var. <i>marginata</i>) x CNS G 112 (<i>H. pauciflora</i>)
CPAA C 18	Hgm 1 (<i>H. guianensis</i> var. <i>marginata</i>) x CNS G 112 (<i>H. pauciflora</i>)
CPAA C 16	CNS G 112 (<i>H. pauciflora</i>) x Hgm 1 (<i>H. guianensis</i> var. <i>marginata</i>)
CPAA C 47	Hgm 14 (<i>H. guianensis</i> var. <i>marginata</i>) x CBA 1 (<i>H. pauciflora</i>)
CPAA C 49	CBA 1 (<i>H. pauciflora</i>) x CNS AM 8105 (<i>H. rigidifolia</i>)
CPAA C 27	CNS AM 7745 (<i>H. pauciflora</i>) x CNS AM 8105 (<i>H. rigidifolia</i>)
CPAA C 26	CNS AM 7745 (<i>H. pauciflora</i>) x CNS AM 8105 (<i>H. rigidifolia</i>)
CPAA C 50	CNS AM 7745 (<i>H. pauciflora</i>) x CNS AM 8105 (<i>H. rigidifolia</i>)
CPAA C 51	CNS AM 7745 (<i>H. pauciflora</i>) x CNS AM 8105 (<i>H. rigidifolia</i>)
CPAA C 52	CNS AM 7745 (<i>H. pauciflora</i>) x CNS AM 8105 (<i>H. rigidifolia</i>)
CPAA C 33	CNS G 124 (<i>H. pauciflora</i>) x CNS AM 8105 (<i>H. rigidifolia</i>)
CPAA C 60	CNS G 118 (<i>H. pauciflora</i>) x CNS AM 8105 (<i>H. rigidifolia</i>)

¹ Muito provavelmente com pólen de *H. pauciflora*.

² Clone de *H. pauciflora* da coleção de espécies do antigo CNPSD, trazido da matriz da coleção de Baldwin, do antigo Instituto Agronômico do Norte (IAN).

protocolo CTAB 7% de Doyle & Doyle (1990), modificado por Araújo et al. (2000). Após a extração, a concentração e a pureza do DNA foi estimada por espectrofotometria a 260/280 nm (Sambrook et al., 1989). Depois da quantificação, o DNA foi diluído para 10 ng/ μ L.

Genotipagem

As amostras de DNA de cada acesso clonal foram amplificadas pela técnica de RAPD-PCR (Random Amplified Polymorphic DNA - Polymerase chain Reaction). As reações de amplificação foram feitas em volume total de 25 μ L, contendo água ultrapura, tampão de reação 10X (Tris-HCL 10 mM 8,3; KCL 50 mM), 2 mM MgCl₂, desoxinucleotídeos (dATP, dTTP, dGTP e dCTP), 4 μ M primer (Operon Technologies Inc., Alameda, CA, EUA), uma unidade de Taq polimerase (1u) e 30 ng de DNA genômico. Foram utilizados 20 iniciadores decâmeros para obtenção dos marcadores RAPD. As amplificações foram efetuadas em termociclador MJ Research PTC-100 programado para 40 ciclos. Cada ciclo foi constituído pela seguinte sequência: 15 s a 94°C, 30 s a 35°C e 90 s a 72°C. Após a amplificação, foram adicionados, a cada amostra, 3 μ L de uma mistura de

azul de bromofenol (0,25%), glicerol (60%) e água (39,75%). Essas amostras foram aplicadas em gel de agarose (1,2%), submerso em tampão TBE (Tris-Borato 90 mM, EDTA 1 mM). Os fragmentos amplificados por PCR e separados por eletroforese, foram visualizados sob luz UV e documentados em fotodocumentador modelo L-Pix (Loccus).

Análises genéticas

Por meio da análise do bandeamento produzido com o uso de cada oligonucleotídeo iniciador aleatório, foi conferido o parâmetro 1 para a presença de banda e 0 para a ausência de banda, permitindo a elaboração de uma matriz binária. A partir dessa matriz, foi determinado o coeficiente de similaridade de Jaccard entre

indivíduos e, posteriormente, realizado o agrupamento do tipo UPGMA (método das médias das distâncias). A análise dos dados e a construção de um dendrograma, foram feitas com o auxílio do programa DarWIN 5.0 (Perrier & Jacquemoud-Collet, 2006).

Resultados e Discussão

O método de extração das amostras de DNA utilizado foi eficiente para os referidos acessos clonais da série CPAA C. Os padrões de bandas gerados pelas reações de RAPD foram nítidos e produziram bandas de média a alta intensidade (Figura 1). Os iniciadores utilizados nas análises permitiram a amplificação de todas as amostras, produzindo bandas polimórficas e possibilitando a identificação da existência de variabilidade genética entre os acessos clonais de seringueira.

Entretanto, cabe mencionar que dos 20 iniciadores inicialmente escolhidos, para a caracterização dos acessos pela técnica de RAPD, somente oito deles foram utilizados para as análises por apresentarem boa amplificação e presença de bandas polimórficas, sendo produzidas 48 bandas. Os demais iniciadores, oito não

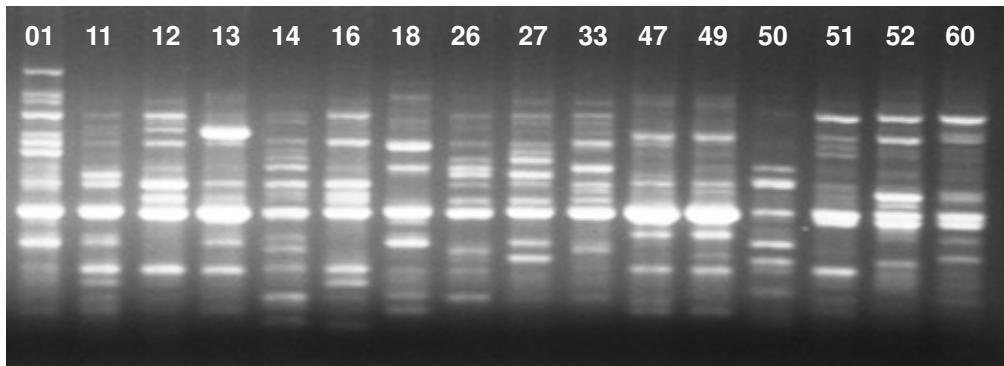


Figura 1. Perfil de um gel de RAPD utilizando o iniciador OPQ-7 em 16 acessos clonais da série CPAA C de seringueira.

apresentaram amplificação e quatro geraram padrões monomórficos. Na Figura 1 verifica-se o resultado da amplificação do iniciador OPQ-7 que gerou o maior número de bandas polimórficas em todos os acessos clonais de seringueira.

O coeficiente de correlação cofenética entre a matriz de similaridade de Jaccard e a matriz cofenética foi de $r = 0,89$, revelando um bom ajuste entre a representação gráfica das distâncias e a sua matriz original (Rohlf, 2000), possibilitando a realização de inferências por meio da avaliação visual do dendograma. Segundo Lapointe & Legendre (1992), o melhor ajuste é encontrado quando os valores de r são superiores a 0,9; porém, valores superiores a 0,7 já são significativos para a análise em questão.

As similaridades observadas variaram de 0,19 a 0,6 entre os acessos clonais da série CPAA C, sendo o valor médio de 0,40 (Tabela 2). Essa diferença entre as distâncias genéticas pode ser explicada pelo envolvimento de diferentes parentais nos cruzamentos que originaram tais acessos clonais. E como se tratam de acessos resultantes de três diferentes espécies de *Hevea*, os resultados refletem o grau de divergência genética encontrado entre eles e a importância de utilizá-los nas diferentes etapas dos programas de melhoramento, que visam o desenvolvimento de variedades clonais cuja resistência seja fundada em fontes distintas.

O agrupamento dos 16 materiais botânicos, com base no método UPGMA, mostrou uma discriminação dos seis parentais de *H. pauciflora* nos quatro grupos formados (Figura 2). Através da análise do dendrograma observa-se a formação de um grupo de similaridade contendo os clones CPAC C 11, 12, 27,

49 e 60 (Figura 2). Este grupo se destaca dos demais por ser bastante distinto e não conter subgrupos, indicando que os clones descendentes de *H. pauciflora*, envolvidos nos cruzamentos interespecíficos com a espécie *H. rigidifolia*, são mais relacionados pela possível presença de genes de resistência comuns. Este interrelacionamento de quatro dos seis parentais de *H. pauciflora* pode ser também explicada pelo envolvimento de um acesso comum de *H. rigidifolia* (CNS AM 8105) nos cruzamentos que originaram tais genótipos. Outro aspecto importante observado no dendrograma (Figura 2) é que os acessos clonais de *H. rigidifolia* e *H. guianensis* var. *marginata* foram distribuídos cada um deles em dois grupos bem distintos, provavelmente devido a sua origem genética e ao envolvimento de diferentes parentais de *H. pauciflora* nos cruzamentos interespecíficos. Isto fica ainda melhor evidenciado quando se faz um ponto de corte no segundo clado, em que se verifica a presença de três grupos. No primeiro encontram-se, justamente todos 10 acessos clonais resultantes dos cruzamentos envolvendo parentais de *H. pauciflora* com clones de *H. rigidifolia*. Nos dois outros grupos reúnem-se os seis cruzamentos envolvendo parentais de *H. pauciflora* e *H. guianensis* var. *marginata* havendo, portanto, uma clara separação entre os clones resultantes destas duas espécies, independente do parental utilizado de *H. pauciflora* nos cruzamentos interespecíficos.

Esses resultados permitem uma análise preliminar da diferenciação entre os acessos clonais da série CPAA C e também dos parentais de *H. pauciflora* envolvidos na hibridização com as espécies *H.*

Tabela 2. Matriz de similaridade genética entre 16 acessos clonais da série CPAA C de seringueira pelo método do coeficiente Jaccard

	60	18	49	51	14	27	12	16	47	13	26	11	52	33	50
18	0.41														
49	0.26	0.42													
51	0.41	0.43	0.38												
14	0.44	0.38	0.38	0.43											
27	0.24	0.42	0.31	0.27	0.37										
12	0.29	0.36	0.35	0.36	0.44	0.29									
16	0.34	0.23	0.27	0.37	0.37	0.35	0.34								
47	0.54	0.48	0.51	0.53	0.59	0.60	0.54	0.50							
13	0.49	0.42	0.41	0.51	0.50	0.50	0.53	0.35	0.31						
26	0.38	0.50	0.39	0.35	0.49	0.33	0.42	0.43	0.46	0.33					
11	0.22	0.40	0.24	0.35	0.44	0.23	0.22	0.33	0.45	0.39	0.25				
52	0.41	0.53	0.47	0.39	0.47	0.37	0.41	0.50	0.55	0.48	0.21	0.40			
33	0.38	0.50	0.40	0.36	0.53	0.34	0.38	0.43	0.41	0.50	0.38	0.38	0.36		
50	0.33	0.41	0.35	0.26	0.45	0.23	0.38	0.34	0.56	0.45	0.19	0.27	0.30	0.28	
01	0.51	0.46	0.40	0.46	0.36	0.53	0.51	0.39	0.41	0.22	0.43	0.42	0.52	0.57	0.48

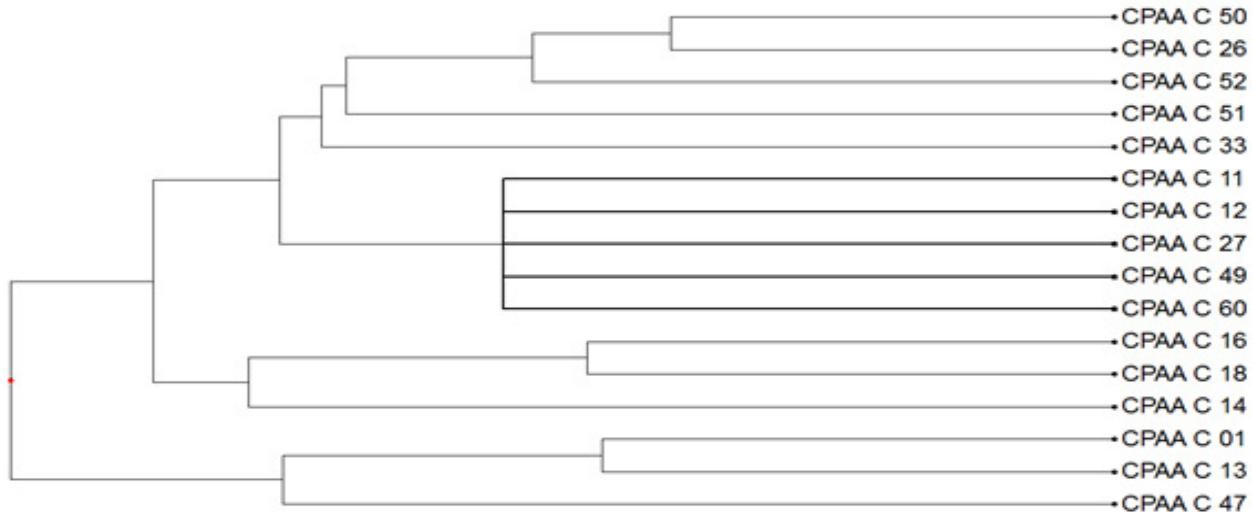


Figura 2. Dendrograma obtido a partir de 16 acessos clonais de seringueira, série CPAA C, por meio do índice de similaridade de Jaccard e agrupamento UPGMA.

rigidifolia e *H. guianensis* var. *marginata*, sendo o CNS G 112 e CNS AM 7745 geneticamente os mais divergentes. A continuidade dessas pesquisas é fundamental para subsidiar o uso futuro destes parentais como novas e distintas fontes de resistência às doenças em programas de melhoramento, visando ampliar e diversificar a variabilidade genética para este caráter.

Considerações Finais

No melhoramento da seringueira a resistência genética às doenças foliares deve ser vista com muito interesse, sobretudo nas áreas tradicionais de plantio, a exemplo da região do sul da Bahia. Isto em razão dos prejuízos causados anualmente aos seringais desta região pela ocorrência do mal-das-folhas após o

reenfolhamento. As fontes de genes de resistência dentro dos clones de *H. brasiliensis* de alta produção de borracha são bastante restritas e as poucas utilizadas em cruzamentos são provenientes de outras espécies do gênero: inicialmente a *H. benthamiana* e posteriormente a *H. pauciflora* (Townsend Jr., 1960; Pinheiro e Libonati, 1971; Gonçalves et al., 1983; Marques e Monteiro, 2007; Gonçalves e Marques, 2014). Assim sendo, a identificação de novas e distintas fontes de resistência deve ser um processo contínuo, quando se busca resistência durável, especialmente em populações representadas em sua maioria com genes de *H. pauciflora*, como aquelas da série CPAAC (Marques et al., 2003).

Para tanto, o conhecimento do grau de variabilidade genética disponível nesses acessos da série CPAAC, por meio dos estudos de divergência, torna-se vantajoso no processo de identificação de genes de interesse e seus respectivos alelos de resistência. Além disso, esses estudos fornecem informações de potenciais parentais para uso em programa de melhoramento genético da cultura. As técnicas moleculares têm-se mostrado muito úteis em todos os programas de melhoramento, especialmente para culturas perenes como a seringueira, por possibilitar e acelerar os processos de análise da variabilidade e seleção (Gouvêa, 2009). A seleção assistida por marcadores moleculares, especialmente para aqueles caracteres de baixa herdabilidade, como a produção e resistência certamente irão simplificar as etapas de avaliação e os procedimentos para o desenvolvimento de variedades clonais superiores. Além do mais, não necessitam que a planta complete seu ciclo para efetuar as análises, não sofrem interferência do meio e ainda apresentam alta eficiência para discriminação de acessos (Ferreira e Grattapaglia, 1995). Assim, é possível uma melhor compreensão da variabilidade genética, envolvida nesse germoplasma, possibilitando o conhecimento do seu real valor genotípico. Esta é uma estratégia bastante interessante, dada à possibilidade de que esses acessos venham a se constituir em novas e distintas fontes de resistência às doenças foliares, o que certamente vai contribuir para ampliação da base genética do programa de melhoramento visando resistência às doenças foliares, em especial ao *M. ulei*.

Conclusões

A alta diversidade genética observada entre os acessos clonais evidencia que a introdução desses materiais no programa de melhoramento genético ampliará a base genética para a resistência ao *M. ulei*, reduzindo, com isso, a vulnerabilidade atual do cultivo.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos técnicos de laboratório Rita de Cássia Bahia e Reinaldo Figueiredo dos Santos, pelo apoio técnico e logístico.

Literatura Citada

- ARAÚJO, I. S. et al. 2000. Otimização da extração e amplificação de DNA de *Theobroma cacao* L. visando à obtenção de marcadores moleculares RAPD. *Genetics and Biology* 23:219-220.
- BICALHO, K. C. et al. 2008. Similaridade genética entre clones de seringueira (*Hevea brasiliensis*), por meio de marcadores RAPD. *Ciência Agrotécnica* (Brasil) 32 (5):1510-1515.
- CHEE, K. H.; KAI-MING, Z.; DARMONO, T. W. 1986. Occurrence of eight races of *Microcyclus ulei* on *Hevea rubber* in Bahia, Brazil. *Transactions of the British Mycological Society* 87:15-21.
- DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12:13-15.
- FERREIRA M. E.; GRATTAPAGLIA, D. 1995. Introdução ao uso de marcadores RAPD e RFLP em análise genética. Brasília, DF, EMBRAPA/CENARGEN. 220p.
- FERREIRA, M. E.; GRATAPAGLIA, D. 1998. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análises genéticas. 3 ed. Brasília, DF, EMBRAPA/CENARGEN. Documentos nº 20.
- GASPAROTTO, L.; JUNQUEIRA, N. T. V. 1994. Ecophysiological variability of *Microcyclus ulei*,

- causal agent of rubber tree leaf blight. *Fitopatologia Brasileira* 18:22-24.
- GONÇALVES, P. de S.; PAIVA, J. R. de; SOUZA, R. A. 1983. Retrospectiva e atualidade do melhoramento genético da seringueira (*Hevea* spp.) no Brasil e em países asiáticos. Manaus, AM, EMBRAPA/CNPSD. 69p.
- GONÇALVES, P. de S.; MARQUES, J. R. B. 2014. Melhoramento genético da seringueira: passado, presente e futuro. In: Alvarenga, A. P.; Carmo, C. A. F. S. coords . Seringueira. 2 ed. Viçosa, MG, EPAMIG. pp. 489-594.
- GOUVÊA, L. R. L. 2009. Divergência genética em seringueira estimada através de técnicas multivariadas e marcadores moleculares microssatélites. Dissertação Mestrado. Campinas, SP, Instituto Agronômico. 89p.
- HERNANDEZ, C. A. R. et al. 2006. Analysis of genetic variation in clones of rubber (*Hevea brasiliensis*) from Asian, South and Central American. *Revista Colombiana de Biotecnología* 2: 24-34.
- JUNQUEIRA, N. T. V. et al. 1986. Variabilidade fisiológica de *Microcyclus ulei*. *Fitopatologia Brasileira* 11:823-833.
- LAPOINTE, F. J.; LEGENDRE, P. 1992. Statistical significance of the matrix correlation coefficient for comparing independent phylogenetic trees. *Systematic Biology* 41:378-384.
- LOPES, U. V; MARQUES, J. R. B. 2015. Diversity, inbreeding and inbreeding depression in rubber tree (*Hevea* spp.). *Agrotrópica* (Brasil) 27(1):33-44.
- MARQUES, J. R. M. et al. 2002. Diversidade genética entre clones de seringueira das séries SIAL e Fx com base em marcadores RAPD. *Agrotrópica* (Brasil) 14(3):159-164.
- MARQUES, J. R. B.; MONTEIRO, W. R.; MORAES, V. H. de F. 2003. Ampliação dos recursos genéticos de seringueira (*Hevea* spp.) pela introdução de novos clones-copa resistentes ao mal-das-folhas (*Microcyclus ulei*). *Agrotrópica* (Brasil) 15 (2):121-126.
- MARQUES, J. R. M.; MONTEIRO, W. R. 2007. Melhoramento genético da seringueira - Um enfoque sobre o desenvolvimento de clones com aptidão para uso em sistemas agroflorestais (SAFs). In: Congresso Brasileiro de Heveicultura. Anais. Guarapari, ES, INCAPER. CD Rom.
- MILLER, T. W. 1966. Differential clones of *Hevea* for identifying races of *Dothidella*. *Plant Disease Report* 50(3):187-190.
- MORAES, V. H. de F. 2000. Avaliação preliminar de clones de copa de seringueira. *Agrotrópica* (Brasil) 12(1):41-44.
- MORAES, V. H. de F.; MORAES, L. A. C. 1996. Seleção precoce de clones de copa e de painel de seringueira para experimentos de avaliação de clones com copas enxertadas. *Agrotrópica* (Brasil) 8(1):23-26.
- MORAES, V. H. de F.; MORAES, L. A. C. 1995. Diagnóstico do látex em sangria precoce de seringueira com copas enxertadas: possibilidades de emprego na seleção precoce de clones de copa e de painel. *Agrotrópica* (Brasil) 7(3):63-69.
- PERRIER, X.; JACQUEMOUD-COLLET, J. P. 2006. Darwin Software, <http://darwin.cirad.fr/darwin> (September 22, 2009).
- PINHEIRO, E.; LIBONATI, V. F. 1971. O emprego de *Hevea pauciflora* M.A. como fonte de resistência ao mal-das-folhas. *Polímeros* (Brasil) 1(1):31-40.
- ROHLF, F. J. 2000. NTSYS-PC Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 2.1. Manual. Applied Biostatistics. New York, USA.
- SAMBROOK, J.; FRITSCH, E. F.; MANIATIS, T. 1989. Molecular cloning: a laboratory manual. New York, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, v.3.
- TOWSEND JUNIOR, C. H. T. 1960. Progress in developing superior *Hevea* clones in Brazil. *Economic Botany* 14:196-198.
- VARGHESE Y. A. et al. 1997. Evaluation of random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers in *Hevea brasiliensis*. *Plant Breeding* 116:47-52.

VENKATACHALAN, P. et al. 2002. Identification of DNA Polymorphism among clones of *Hevea*

brasiliensis Muell-Arg. using RAPD analysis.
Plant Cell Reports 15: 172-181.



INTERPOLATION METHODS FOR THE DESCRIPTION OF THE SPATIAL DEPENDENCE OF THE LEAF CHLOROPHYLL CONTENT IN COCOA TREES

Laís Barreto Franco¹, Samuel de Assis Silva²

¹UESC - Universidade Estadual de Santa Cruz - Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, Salobrinho, 45650-000, Ilhéus, Bahia, Brasil.
laisfranco.agro@yahoo.com.br; sasilva@uesc.br. ²UFES - Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Universitário,
29500-000, Alegre, Espírito Santo, Brasil.

The use of the relative chlorophyll content for the evaluation of nitrogen nutrition in plants has been considered an important alternative for agricultural management. The objective of this work was to study the temporal variability of leaf chlorophyll content in cocoa plants as well as to compare the efficiency of ordinary kriging and inverse distance weighted in describing the spatial dependence structure. The study was conducted in an experimental area in *Ilhéus* city, *Bahia* state, Brazil, in a regular grid with 120 sampling points. Chlorophyll content in cocoa leaves was determined during three months using a CFL 1030 chlorophyll meter. Data were analyzed by classical statistics and geostatistics. To determine the temporal stability, a linear correlation analysis was performed between the original values measured at different times. The performance of the interpolators was obtained and compared using the criterion of the average error. The leaf chlorophyll contents showed low temporal stability throughout the evaluation period. The ordinary kriging estimated data with fewer errors as well as efficiently described the spatial dependence of the leaf chlorophyll content. The inverse distance weighted generated maps with greater spatial discontinuity.

Key words: Precision agriculture, geostatistics, kriging, agricultural sensors.

Métodos de interpolação para descrição da dependência espacial do índice foliar de clorofila de cacauzeiros. A utilização do índice relativo de clorofila, para a avaliação da nutrição nitrogenada em plantas, tem sido considerado uma alternativa importante para o manejo agrícola. O objetivo desse trabalho foi estudar a variabilidade temporal do índice foliar de clorofila em plantas de cacau, e comparar a eficiência da krigagem ordinária e do inverso do quadrado da distância na descrição da sua estrutura de dependência espacial. O estudo foi desenvolvido em uma área experimental localizada no município de Ilhéus-Bahia, em uma grade regular com 120 pontos amostrais. Com o uso de um clorofilômetro portátil CFL 1030, determinou-se, durante três meses, o índice de clorofila em folhas de cacauzeiros. Os dados foram analisados através da estatística clássica e da geoestatística. Para determinação da estabilidade temporal procedeu-se uma análise de correlação linear entre os valores originais medidos nas diferentes épocas. A performance dos interpoladores foi obtida e comparada usando o critério do erro médio. Os índices foliares de clorofila apresentaram baixa estabilidade temporal no período de avaliação. A krigagem ordinária estimou dados em locais não amostrados com menores erros e descreveu, com eficiência, a dependência espacial do índice foliar de clorofila. O inverso do quadrado da distância gerou mapas com maior descontinuidade espacial.

Palavras-chave: Agricultura de precisão, geoestatística, krigagem, sensores agrícolas.

Introduction

Cocoa tree (*Theobroma cacao* L.) is a perennial plant originally from the Amazon (Bartley, 2005). Its seeds are dried, roasted and ground to produce chocolate, butter, and cosmetics. Currently, cocoa is grown in several countries, being those from the West Africa the world's largest producers (Dias, 2001). In America, Brazil stands out as the largest producer, accounting for approximately 5% of the total world production. The state of *Bahia*, specifically, concentrates the largest production in Brazil (Midlej and Santos, 2007).

Nitrogen fertilization is widely used in the cocoa tree cultivation because the nutritional requirements of plants are high for this nutrient (Dantas et al., 2012). Souza Júnior et al. (2012) stated that such high demands for nitrogen make its deficiency the main cause of productivity loss in cocoa cultivation.

Despite its importance to cocoa cultivation, nitrogen fertilization has been neglected by most of the producers (Souza Júnior et al., 2012). This can be partially attributed to the fact that leaf analysis is still not a common practice among cocoa growers, which in turn is either due to the difficulty in collecting the material or to the high costs of this analysis (Dantas et al., 2012).

The use of sensors that determine the leaf chlorophyll content has been considered as an efficient alternative method for evaluating the nitrogen nutrition in plants (Pias et al., 2014). Unlike the traditional methods used to determine the leaf chlorophyll content, which involve the destruction of tissue samples as well as time-consuming extraction and quantification processes (Nascimento et al., 2013), the portable sensors allow the *in situ* determination of the relative chlorophyll index in a simple, fast, and non-destructive way (Godoy et al., 2008). Additionally, the use of different types of sensors leads to a greater efficiency in acquiring information on the production fields, enabling one to monitor the distribution of the phenomena within the space and throughout a time period (Valente et al., 2012).

The determination of the spatial and temporal behavior of the plant nutritional status plays an important role in the success of agricultural enterprises (Silva et al., 2011; Valente et al., 2012), allowing the identification of both the best dose and the best time to use inputs. Within this context, geostatistics stands out as an

important tool to identify and quantify the interdependence among samples as a function of space-time that separates them apart (Vieira, 2000). Libardi et al. (1996) stated that geostatistics, which is also known as spatial statistics, considers that the variation of the phenomena does not take place simply in a random manner, but follows a continuity pattern within a sample interval instead.

The correct description of the spatial dependence of the soil-plant system attributes, according to Silva et al. (2008), includes, among other factors, the choice of the suitable interpolation methods. According to Kanegae Junior et al. (2006), there are several methods available for spatial studies, but ordinary kriging (KRIG) and the inverse distance weighted (IDW) have been the most used for treating soil and plant attributes.

Ordinary kriging relies upon geostatistical methods and indicates the degree of spatial dependence among samples by means of semivariograms estimated for each variable (Cressie, 1991). Because this method considers the spatial correlation by assigning greater weights to positions closer to the sampling points as well as smaller weights to the most distant ones (Jakob, 2002), it is considered to be unbiased and to have minimum variance (Carvalho and Assad, 2005). The IDW is a weighted average interpolator that uses the inverse square Euclidean distance between a to-be-estimated position and a known position as the weighting factor (Souza et al., 2010). Because it disregards the spatial correlation among samples and assigns fractional weights to the points, the sum of these weights being equal to one, this is a less accurate method (Carvalho and Assad, 2005).

Kravchenko and Bullock (1999), when studying forest populations, reported that the IDW is faster than kriging, which is more complex and time-consuming. On the other hand, Silva et al. (2008) and Mello et al. (2003) concluded that kriging provides a more accurate description of the spatial structure of the data, thus leading to valuable information regarding the distribution of the estimated error. For Couto et al. (2002), both kriging and IDW are promising for data interpolation. The best method depends mainly on the attribute that is to be estimated.

In this regard, this work aimed to study the temporal variability of the leaf chlorophyll content in cacao

cultivars comprised in an agroforestry system as well as to compare the efficiency of ordinary kriging and IDW in the description of its spatial dependence structure.

Materials and Methods

The study was performed in 2014 in the city of Ilhéus, Southeast Bahia state, within a 0.6 ha area belonging to the *Centro de Pesquisa do Cacau* of the *Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira* – CEPEC/CEPLAC. The climate is AF type and tropical-humid according with the classification proposed by Köppen and Geiger (1928). The annual rainfall is spread throughout the year, though summer accumulates the greatest rainfall, and its average value is of 2,000 mm (possibly reaching values up to 2,400 mm).

The area is located at 14° 47' S latitude and 39° 16' W longitude. The cultivation started in 2003 and currently comprises 31 cocoa progenies conducted in agroforestry system shaded by coral trees. Regarding the spacing, the cocoa and coral trees were planted in 3.0 x 1.5 m and 24 x 24 m, respectively. The soil was classified as Hapludox Eutroferric according to the Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013).

The management of the area follows the traditional cacao patterns of Southeastern Bahia. Cultural practices (e.g., pruning as well as weed and witches' broom controls) take place every six months. The application of inputs is made exclusively through the soil itself and at a fixed rate. The area was latest fertilized in 2009 with the 16-24-16 (N-P-K) formulation at a dose of 200 g per plant.

To determine the leaf chlorophyll content, a regular grid comprising 120 sampling points was set up. Each single point comprised a single cocoa plant. The grid was set up with eight rows, being 15 plants labeled in each row (Figure 1). The coordinates of each sampling point were acquired using the local coordinate system.

Four leaves per plant were sampled, one leaf from each quadrant of the canopy. Two readings of the chlorophyll content were performed in each leaf, one reading on the adaxial side and another reading on the abaxial side. A portable chlorophyll meter, model CFL 1030 (FALKER) was used. The data were collected thrice during 90 days (March, April, and May), one measurement set at each 30 days.

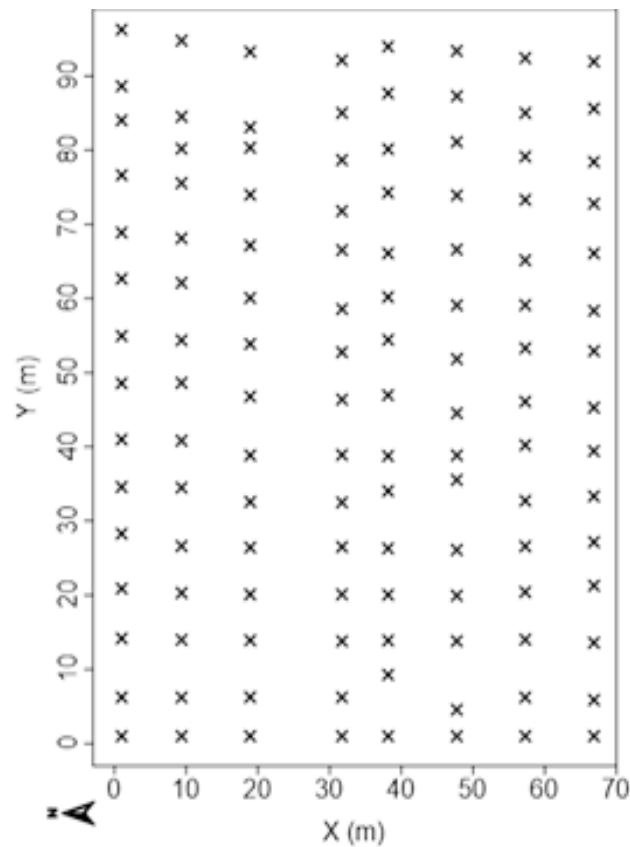


Figure 1 - Representative sketch of sampling point distribution within the experimental area.

The readings were carried out in the morning, from 8:30 am to 11:00 am. The equipment was calibrated prior to each reading set according to the manufacturer's recommendations. The leaves were sampled at 6.0 mm from the limbus edge, distance which was marked by the depth regulator of the equipment. The analyzed leaves, so called diagnostic leaves, are located on the 3rd node from the apex of a newly ripened branch. Souza Júnior et al. (2012) stated that, in order for these leaves to be representative, they should be apparently healthy, free of pest attacks and diseases as well as in the absence of mechanical damage, soil or dust.

The data were analyzed using the Assistat statistical software (Silva and Azevedo, 2002), through descriptive and exploratory analysis and normality test of Shapiro-Wilk's ($p \geq 0.05$). To better describe the data distribution, box-plots were constructed for all evaluation months and for their averages. This analysis was performed in order to allow comparisons among the periods as

well as to support the discussions on the temporal variability of leaf chlorophyll content.

Subsequently, in order to evaluate the temporal stability of the leaf chlorophyll content, the original values measured at different times were submitted to a linear correlation analysis, as described by Kachanoski and De Jong (1988). The correlation was determined by Pearson's coefficient at 5% of probability. For Moreti et al. (2007), this is an efficient methodology to describe the temporal persistence of a spatial pattern, even if the samples are not independent in time.

Then, the geostatistical analysis was performed to quantify the spatial dependence of the leaf chlorophyll content. To do so, theoretical models were fitted to the experimental variograms estimated by the equation:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

where $N(h)$ is the number of measured $Z(x_i)$ and $Z(x_i + h)$ pairs, separated by a distance h , if the variable is scalar. In geostatistical analysis, the following theoretical models were tested for adjustment purposes: spherical, exponential, Gaussian, linear to sill, and pure nugget effect (Isaaks and Srivastava, 1989). The choice of the considered two criteria: the lowest residual sum of squares (RSS) as well as the highest coefficient of determination (R^2).

Data adjustment through the semivariogram allowed the estimation of the following parameters: nugget effect (C_0), sill (C_0+C), reach (a), and spatial dependency index (SDI). Isaaks and Srivastava (1989) stated that C_0 corresponds to the point in which the semivariogram curve begins and reflects the discontinuity in the origin caused mainly by distances smaller than the smallest sampling distance. According to these authors, as the distance h increases, the semivariance $\tilde{\alpha}^*(h)$ also increases up to a maximum value at which it stabilizes. This value is called plateau (C_0+C). The distance in which $\tilde{\alpha}^*(h)$ reaches the plateau is called reach (a) and corresponds to the distance threshold of spatial dependence. From the reach on, sample behavior is considered to be random. The SDI, which reflects the ratio between the structural variance and the plateau, is calculated by the ratio $[C/(C_0+C)]$. According to the criteria established by Zimback (2001), the SDI may fall in the following

ranges: weak, for SDI values $< 25\%$; moderate, between 25-75%; and strong, for IDE $> 75\%$.

To estimate the chlorophyll content in areas that were not sampled as well as to preparation the thematic maps, two interpolation methods were used, namely: ordinary kriging (KRIG) and inverse distance weighted (IDW).

KRIG is a geostatistical method based on generalized least squares regression algorithms (Goovaerts, 1999). The fundamentals of such method establish that, regarding a particular point, the points located in its surroundings are more relevant than the more distant points (Berveglieri et al., 2011). According to Isaaks and Srivastava (1989), kriging assumes the existence of dependence among data, requiring the knowledge of the structure and extent of the spatial correlation. This interpolator uses a linear non-addicted estimator featuring minimal variance (Vieira, 2000). It is defined by the following equation:

$$Z^*(x_i, x_i + h) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i, x_i + h)$$

$$\text{subjected to: } \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

where $Z^*(x_i, x_i + h)$ is the estimation for a point $(x_i, x_i + h)$ within the region, and λ_i are the weights used in the estimation.

The IDW is a deterministic univariate interpolator of weighted averages. Although this method assigns greater weights to points closer to the to-be-estimated point, it does not consider the structure of the spatial dependence determined in the geostatistical analysis (Souza et al., 2010). The IDW is defined by the following equation:

$$x_p = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^2} * x_i \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^2} \right)}$$

where X_p is the interpolated attribute; X_i is the value of attribute in the i^{th} sampling point; d_i is the Euclidean distance between the i^{th} neighborhood point and the sampled point; and n is the number of samples.

The geostatistical analysis, interpolation and preparation of thematic maps were performed in the GS+ software (Robertson, 1998).

The interpolator errors were calculated and compared based on the percentage relative error and average error values, according to Dirks et al. (1998) and Mello et al. (2003):

$$e = \frac{|V_R - V_P|}{V_P} \cdot 100 \quad e_m = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

where V_R is the value of the actual variable; V_P is the value of the estimated variable; e is the percentage relative error (%); e_i is the error of the i^{th} observation; e_m is the average error; and n is the value of assessed situations.

Results and Discussion

Figure 2 shows both the dispersion analysis and the outcome of the descriptive statistics for the leaf

chlorophyll content. The chlorophyll contents in the three months had very similar average values, which varied less than or equal to 1.33. Despite this similarity, the cautious analysis of the maximum and minimum values shows that the distribution amplitude was high. Souza et al. (2010) reported that, in situations where the difference between the extreme values of a distribution is large, the variability tends to be high and the average value is not a good parameter to interpret the results.

The leaf chlorophyll content showed symmetry and kurtosis values far from zero for the measurements performed in March and May and also for the average of the months, indicating a non-normal distribution. This was corroborated by the Shapiro-Wilk's test. Despite the greater amplitude, the distribution of leaf chlorophyll content in April was the most symmetrical and the only one that was shown to be normal. According to Isaaks and Srivastava (1989), distributions that have high amplitude may fit to the normal distribution as long as the coefficients of symmetry are reduced.

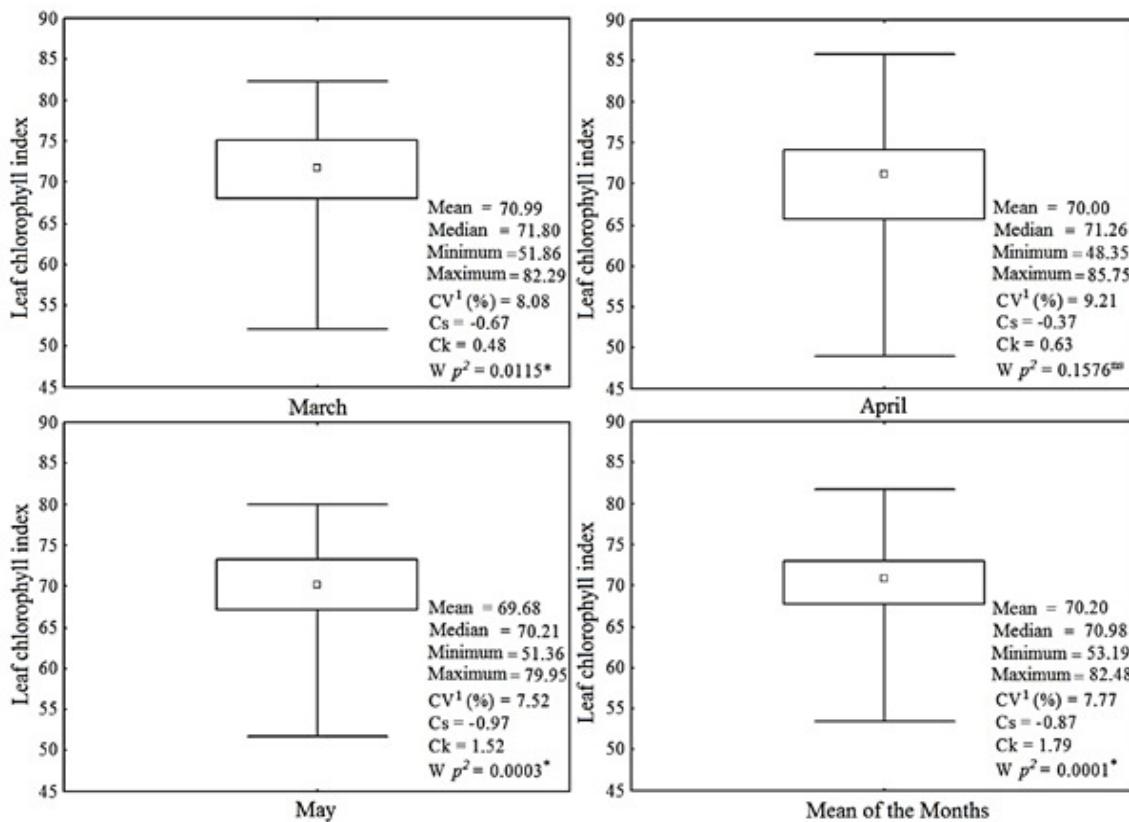


Figure 2 - Box-plots and descriptive statistics for the leaf chlorophyll contents in March, April and May (2014) as well as in the average of the months. Where: ¹Coefficient of variation; Cs – Coefficient of symmetry; Ck – Coefficient of kurtosis; ²Probability values of Shapiro-Wilk, being: * significant at 5% of probability, and ** not significant at 5% of probability.

By analyzing the amplitude distribution and the coefficients of variation (CV), the months of March and May presented similar values. This observation demonstrates that the leaf chlorophyll content behavior is similar in these evaluation periods, as reported by Medeiros (2013). The highest maximum value, the lowest minimum value and the highest CV were observed in April, indicating that the variability in this month tended to be higher than those observed in the other months.

A similar behavior was observed for the temporal stability measured by linear correlation analysis among the different measurement times (Table 1). The

Table 1 - Pearson linear correlation between the chlorophyll levels measured over time

Evaluation months	March	April	May
March	1.00	0.49*	0.70*
April	-	1.00	0.43*
May	-	-	1.00

* Significant linear correlation at 5% of probability

correlation between leaf chlorophyll content was high and significant only for the relationship between March and May, indicating a low stability within the studied period. Rocha et al. (2005) stated that the behavior of the variables throughout time tends to be more stable when the distributions are more similar and, therefore, the spatial variability shows closer profiles.

The geostatistical analysis (Figure 3), carried out by means of the adjustment of the theoretical model to the experimental semivariogram, showed that the leaf chlorophyll content presented a spatial dependence in all evaluated months, as well as for the average of the months. The model that best fit the data was spherical, with R^2 ranging from 88% (April) to 98.6% (May) and the lowest RSS (residual sum of squares) when compared to the other models. Grego and Vieira (2005) stated that the spherical model is the most used in researches on the attributes of the soil-plant system.

The spatial dependence, assessed by the SDI, was found to be moderate for March and April and strong

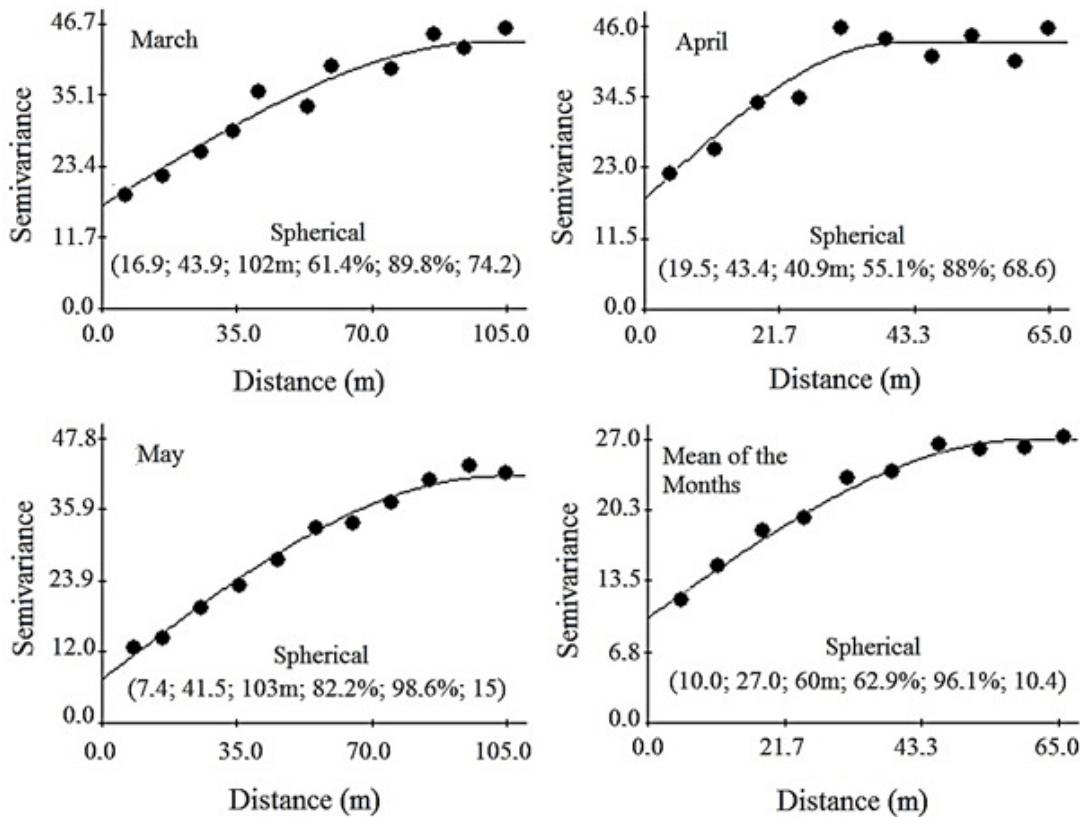


Figure 3 - Models and parameters (C_0 ; $C_0 + C$; reach; SDI; R^2 ; RSS) of semivariograms fitted to the experimental data collected in March, April and May(2014), as well as to the average of the months.

for May, in accordance to the classification proposed by Zimback (2001). The higher the SDI, the higher the proportion of the variability explained by the spatial correlation among the points (Dalchiavon et al., 2012).

The largest spatial dependence reaches were observed for March and May (i.e., 102 and 103 m, respectively), indicating low variability. Issaks and Srivastava (1989) stated that the reach determines the threshold of spatial dependence as well as the variability extent of a given phenomenon, longer reaches indicating lower variabilities.

April showed a higher variability than the other months, which is a result of its shorter reach (40.9 m). This indicates a higher spatial discontinuity, which is corroborated in Figure 5. The results observed for April corroborated those found by Silva et al. (2011), who claimed that there is a relationship between the CV and the semivariance reaches, that is, variables featuring higher CVs tend to have lower reaches. For the average of the months, the semivariance reach was also low (60 m), which can be explained by the influence of the variability in April, contributing to reduce the spatial continuity.

By comparatively analyzing the charts of Figure 3, one can state that, despite the same fitting model, the chlorophyll content measured in April presents a different spatial distribution pattern from the others (discrepancy between the reach values). This result supports the previous discussion regarding the temporal variability of the phenomenon.

Table 2 shows the results obtained for the comparison criteria of the average errors among different interpolation methods.

The results obtained for the comparison criterion of the average errors demonstrated that the lowest errors were obtained for KRIG, though the difference between the methods is small. Similar results were observed by Silva et al. (2008), who also found no remarkable differences in the values interpolated by IDW and KRIG methods.

Table 2 - Average error values for interpolators used in the spatial distribution of March, April, and May, as well as for all months

Interpolators	Average Errors			
	March	April	May	All Months
KRIG	5.10	5.85	4.01	4.19
IDW	5.30	5.99	4.16	4.41

Mello et al. (2003) tested interpolators to analyze the spatial behavior of heavy rains in São Paulo state and observed that both methods were shown to be accurate, but Kriging led to lower average errors than IDW. Kriging was then taken as the most suitable method. According to Silva et al. (2008), the ordinary kriging is an interpolator regarded as great because it is accurate and unbiased, that is, if the to-be-estimated point coincide with a sampled point, the estimated value must be equal to the sampled value. This contributes to the higher precision of ordinary kriging when compared with other methods.

The visual comparison of the maps confirm small differences between the interpolation methods, particularly for March and May (Figures 4 and 6), respectively, in which both maps present similar chlorophyll content zones.

Regardless of the interpolation method, higher chlorophyll contents can be observed in the central parts of the thematic maps, whereas the lowest rates are observed in the edges, especially on the left.

For April (Figure 5), in which the difference between the interpolators was higher, there was a lower continuity of the values in the map estimated by IDW than KRIG. The average of the months (Figure 7) suggests that the chlorophyll content scale was representative and, as a consequence, the possibility of establishing specific zones of nitrogen management within the area based on the chlorophyll contents.

The largest difference observed when visually comparing the maps may be related to the fact that KRIG is a non-addicted estimator that features minimal variance and considers the variability structure of the sampled data (Carvalho and Assad, 2005), whereas IDW is an univariate interpolator of weighted averages that assigns fractional weights (whose sum equal to one) to the points (Souza et al., 2010).

Based to the data presented here, the spatial variability of the chlorophyll content was shown to be low, so the difference in the average errors between the interpolators was not remarkable. Nevertheless, the visual analysis of the maps indicates that IDW presents a spatial discontinuity that is not typical of the presented data, whereas Kriging reproduces the distribution structure of the phenomenon within the space more precisely.

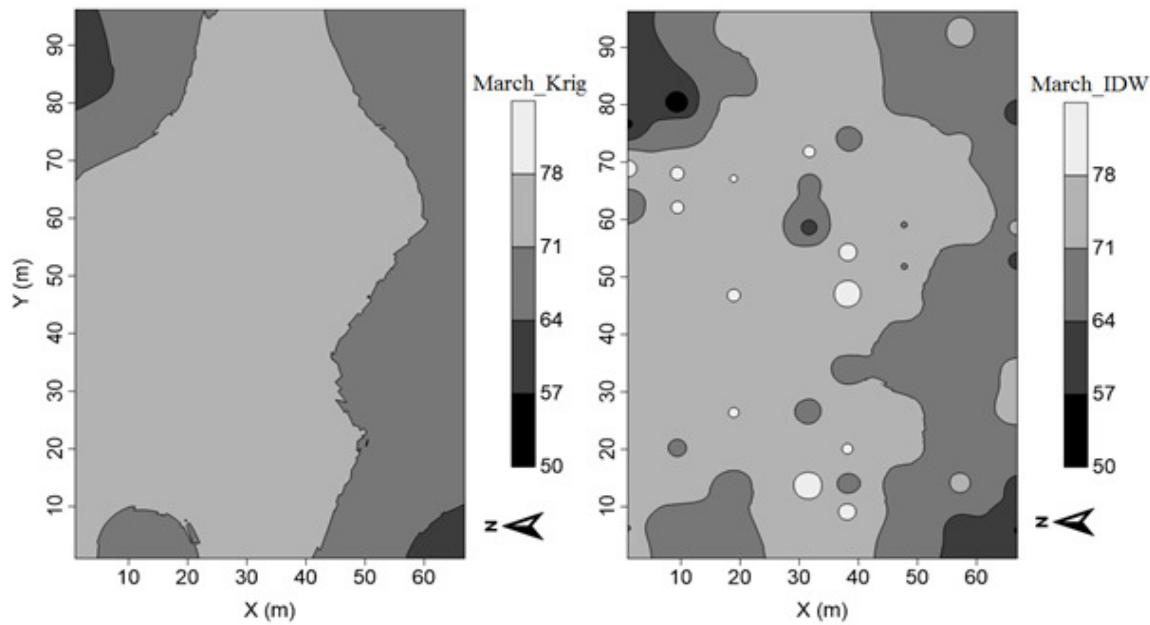


Figure 4. Thematic maps of the chlorophyll content in March(2014), interpolated by kriging (KRIG) and inverse distance weighted (IDW).

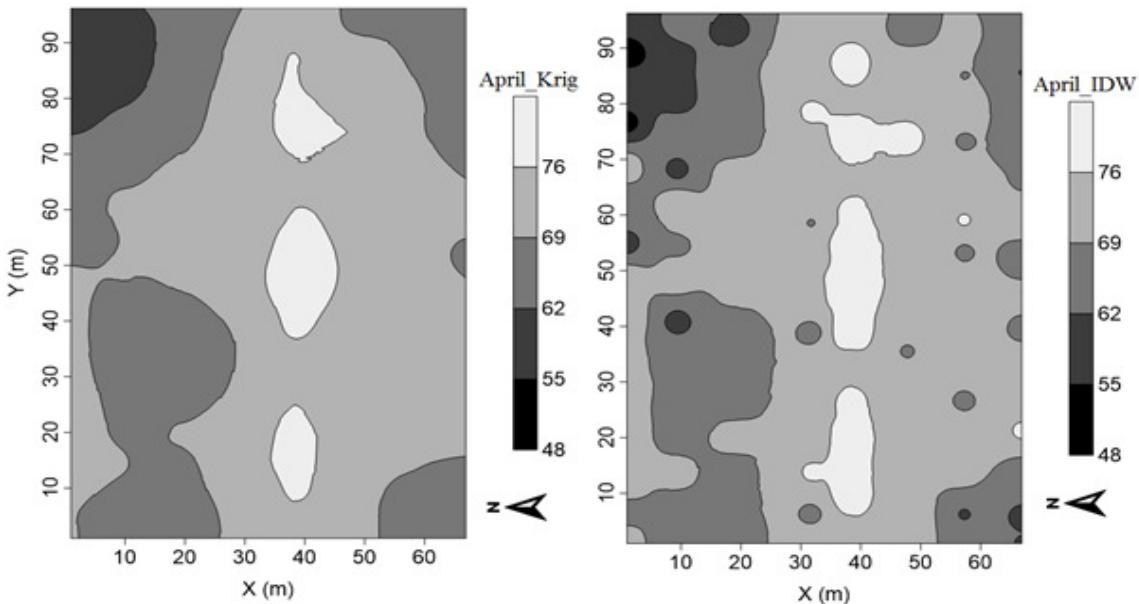


Figure 5. Thematic maps of the chlorophyll content in April(2014), interpolated by kriging (KRIG) and inverse distance weighted (IDW).

Conclusions

The leaf chlorophyll contents showed low temporal stability in the evaluation period.

The measurements carried out in April showed higher spatial variability than those carried out in different months.

The ordinary kriging estimated the data at sites that were not sampled with lower errors. It also described the spatial dependence of the leaf chlorophyll more accurately.

The inverse distance weighted generated maps with greater spatial discontinuity, decharacterizing the leaf chlorophyll content distribution.

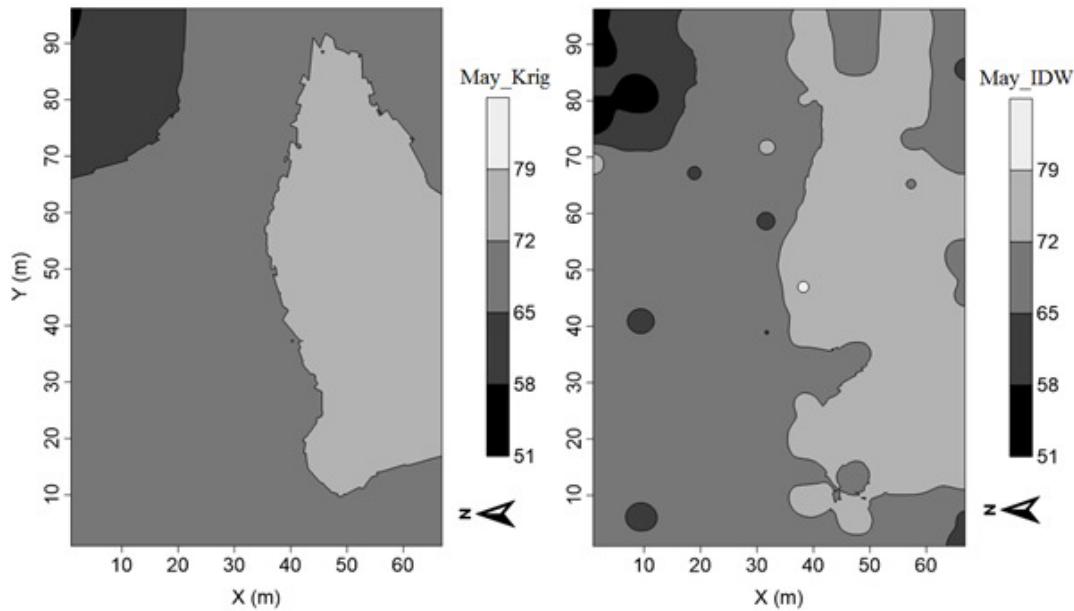


Figure 6. Thematic maps of the chlorophyll content in May(2014), interpolated by kriging (KRIG) and inverse distance weighted (IDW).

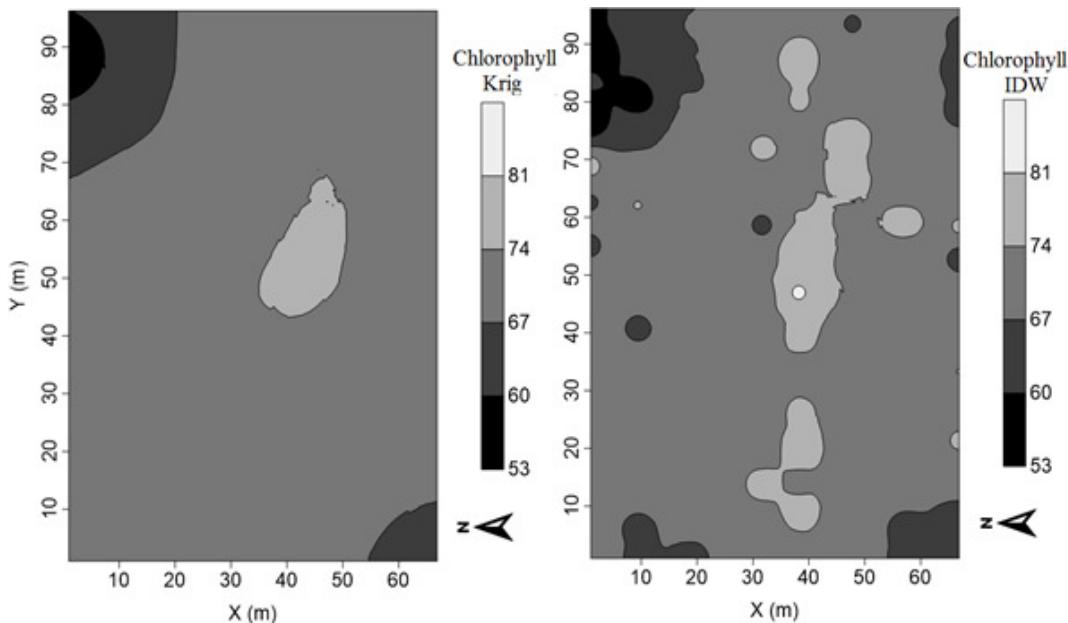


Figure 7. Thematic maps of the average chlorophyll content in March, April and May, interpolated by kriging (KRIG) and inverse distance weighted (IDW).

Literature Cited

- BARTLEY, B. G. D. 2005. The genetic diversity of cacao and its utilization. Cambridge, CABI Publishing. 368p.
- BERVEGLIERI, A. et al. 2011. Aplicação do interpolador krigagem em modelos digitais de terrenos, comparando-se os casos de isotropia e anisotropia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, Curitiba, PR, INPE. pp.22-28

- CARVALHO, J. R. P.; ASSAD, E. D. 2005. Análise espacial da precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação. Engenharia Agrícola (Brasil) 25(2):377-384.
- COUTO, E. G. et al. 2002. Influência dos métodos de interpolação dos dados nos mapas usados na agricultura de precisão. In: Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão, Viçosa, MG, SIAP. pp.1-5.

- CRESSIE, N. 1991. Statistics for spatial data. New York, John Wiley. 900p.
- DIRKS, K. N. et al. 1998. High-resolution studies of rainfall on Norfolk Island Part II: Interpolation of rainfall data. *Journal of Hydrology* 208:187-19.
- DALCHIAVON, F. C. et al. 2012. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distrófico sob sistema de plantio direto. *Revista Ciência Agronômica* (Brasil) 43(3):453-461.
- DANTAS, P. A. S. et al. 2012. Estimativa não destrutiva do teor foliar de nitrogênio em cacauceiro utilizando clorofilômetro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34(3):669-677.
- DIAS, L. A. S. 2001. Origem e dispersão de *Theobroma cacao* L: novo cenário. In: Dias, L. A. S. Melhoramento genético do cacauceiro. FUNAPE, UFV. pp.81-127.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro. CNPS. 353p.
- GODOY, L. J. G.; et al. 2008. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. *Revista Brasileira de Ciência do solo* 32(1): 217-226.
- GOOVAERTS, P. 1999. Performance comparison of geostatistical algorithms for incorporating elevation into the mapping of precipitation. *GeoComputation*. pp.1-18.
- GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. 2005. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 29(2):169-177.
- ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. 1989. Applied geostatistics. New York, Oxford University Press. 561p.
- JAKOB, A. A. E. 2002. Kriging demographic variables in order to look for trends in the spatial distribution of population. In: Spatial Modeling and Analysis – CSS 620, do Department of Crop and Soil Sciences, NY, Cornell University, Ithaca. 121p.
- KACHANOSKI, R. G.; DE JONG, E. 1988. Scale dependence and the temporal persistence of spatial patterns of soil water storage. *Water Resources Research* 24(1):85-91.
- KANEGAE JUNIOR, H.; et al. 2006. Avaliação de interpoladores estatísticos e determinísticos como instrumento de estratificação de povoamentos clonais de *Eucalyptus* sp. Cerne (Brasil) 12(2):123-136.
- LIBARDI, P. L. et al. 1996. Variabilidade da umidade gravimétrica de um solo hidromórfico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 20(1):1-12.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. 1928. Die Klimate der Erde. Gotha, Verlag Justus Perthes, Wall-map 150 cm x 200 cm.
- KRAVCHENKO, A.; BULLOCK, D. A. 1999. comparative study of interpolation methods for mapping soil properties. *Agronomy Journal* 91(3):393-400.
- MEDEIROS, W. N. 2013. Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica aparente do solo obtida por sensor portátil de contato direto. Dissertação Mestrado. Viçosa, MG, UFV. 86p.
- MELLO, C. R. et al. 2003. Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas. *Revista Brasileira de Ciência do solo* 27(2): 925-933.
- MIDDLEJ, R. R.; SANTOS, A. M. 2007. Economia do Cacau. In: Valle, R. R. Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacau. CEPLAC. pp.422-441.
- MORETI, D. et al. 2007. Avaliação espaço-temporal das armazenagens gravimétricas e volumétricas da água num Latossolo com citros. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* 31(6):1281-1290.
- NASCIMENTO, P. S. et al. 2013. Utilização do medidor portátil de clorofila em pomar de videira para obtenção de zonas de manejo. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 42. Fortaleza, CONBEA. pp.17-21.
- PIAS, O. H. C. et al. 2014. Caracterização da variabilidade espacial do índice relativo de clorofila na cultura do trigo. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 44(4):451-459.
- ROBERTSON, G. P. 1998. GS+ geostatistics for the environmental sciences: GS+ user's guide. Plainwell: Gamma Design Software. 152p.
- ROCHA, G. C. et al. 2005. Estabilidade temporal da distribuição espacial da armazenagem de água em um solo cultivado com citros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 29(1): 41-50.
- SILVA, C.; MORAES, M. de.; MOLIN, J. 2011. Adoption and use of precision agriculture technologies in the sugarcane industry of São Paulo state, Brazil. *Precision Agriculture* 12(1): 67-81.
- SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. 2002. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 4(1):71-78.
- SILVA, S. A. et al. 2008. Avaliação de interpoladores estatísticos e determinísticos na estimativa de atributos do solo em agricultura de precisão. *Idesia (Chile)* 26(2):75-81.
- SOUZA JÚNIOR, J. O. et al. 2012. Diagnose foliar na cultura do cacau. In: Prado, R. M. Nutrição de plantas: diagnose foliar em frutíferas. Jaboticabal, SP, FCAV/FAPESB. pp.443-476.
- SOUZA, G. S. et al. 2010. Krigagem ordinária e inverso do quadrado da distância aplicados na espacialização de atributos químicos de um argissolo. *Scientia Agraria* 11(1):073-081.
- VALENTE, S. D. M.; et al. 2012. Definition of management zones in coffee production fields based on apparent soil electrical conductivity. *Scientia Agricola* 69(3):173-179.
- VIEIRA, S. R. 2000. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. Tópicos em ciência do solo, SBCS, pp. 1-54.
- ZIMBACK, C. R. L. 2001. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo. Tese Livre-Docêncie. Botucatu, SP, UNESP. 114p.

***Sclerocystis coremioides* (GLOMEROMYCOTA) FORMANDO ESPOROCARPOS EPÍGEOS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS DE CACAUERO NA MATA ATLÂNTICA DA BAHIA**

Bruno Tomio Goto¹, José Luiz Bezerra², Leonor Costa Maia³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Botânica e Zoologia/CB, Campus Universitário, 50670-901, Natal, RN, Brasil. brunogoto@hotmail.com. ²Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus de Cruz das Almas. Rua Rui Barbosa, 710, Centro, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. ³Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Micologia, CCB, Av. Prof. Nelson Chaves, S/N, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brasil.

Sclerocystis coremioides é uma espécie de fungo micorrízico arbuscular (FMA) que forma esporos em esporocarpos organizados. Esporocarpos de *S. coremioides* são geralmente encontrados isoladamente no solo de forma hipógea, podendo em alguns casos desenvolver-se na superfície do solo (epígeo). Durante coletas de fungos decompositores em plantações de cacau (*Theobroma cacao*) no sudeste da Bahia, esporocarpos de *S. coremioides* formando agregados macroscópicos foram encontrados na superfície de material vegetal em decomposição sobre o solo. No Brasil, esse é o primeiro relato da ocorrência de *S. coremioides* formando esporocarpos agregados na superfície de substrato orgânico.

Palavras-chave: *Glomeraceae, Glomerales*, diversidade e matéria orgânica

***Sclerocystis coremioides* (Glomeromycota) forming epigeous sporocarps on organic substrates of cocoa plantations in the Atlantic Forest of Bahia.** *Sclerocystis coremioides* is an arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) that forms spores inside organized sporocarps. Sporocarps of *S. coremioides* are generally found isolated and hypogeaously, but occasionally they may develop on soil surface (epigeously). During fungal collections in cacao plantations (*Theobroma cacao* L.) in Southern Bahia, in Brazil, *S. coremioides* sporocarps forming macroscopic aggregates were collected on decomposing litter at soil surface. This is the first report of *S. coremioides* forming sporocarps aggregates on the surface of organic matter.

Key words: *Glomeraceae, Glomerales*, diversity and organic matter

Introdução

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são organismos simbiontes obrigatórios de vegetais que ao formar associação com as raízes dos seus hospedeiros podem contribuir com o crescimento do vegetal por aumentar a absorção de nutrientes de baixa mobilidade no solo como o fósforo (Smith e Read, 1997). Atualmente constituem o filo Glomeromycota, considerado um grupo irmão dos Ascomycota e Basidiomycota (Schüessler et al., 2001; James et al., 2006).

Os esporocarpos de FMA têm sido encontrados de forma hipógea (Goto e Maia, 2005; Goto et al., 2012) ou epígea no solo (Redecker et al., 2007), formando grandes esporocarpos (*Redeckera megalocarpa*) ou massas de esporos menores (*Sclerocystis coremioides* Berk. & Broome). No Brasil, relato de espécies esporocárpicas ainda é limitado quando comparado à Austrália, que apresenta mais relatos de espécies com hábito esporocárpico (Mcgee e Trappe, 2002; McGee 1996; Tandy 1975) do que países tropicais (Goto e Maia, 2005; Redecker et al., 2007).

Esporocarpos de *S. coremioides* foram descritos pela primeira vez por Berkeley e Broome (1873) e caracterizavam-se por formar corpo de frutificação (esporocarpos) similar a um esclerócio. Além disso, há relatos de que esses esporocarpos foram encontrados crescendo na superfície de madeira e gravetos, algumas vezes superpostos através de uma proliferação distal Thaxter (1922).

No Brasil, esporocarpos de *S. coremioides* foram citados diversas vezes (Trufem, 1990, 1995; Maia e Trufem, 1990; Goto e Maia, 2005; Goto et al., 2010), porém, em nenhuma das citações, essa espécie foi encontrada formando esporocarpos em cadeias na superfície de madeira ou matéria orgânica do solo.

O objetivo deste trabalho é registrar a ocorrência de *S. coremioides* formando cadeias de esporocarpos sobre madeira em áreas de Florestas Atlântica na Bahia, contribuindo para a identificação da espécie de FMA com diferentes comportamentos.

Material e Métodos

Esporos de FMA foram coletados sobre restos vegetais em decomposição na superfície do solo em

áreas de Mata Atlântica e em plantações de cacau (*Theobroma cacao* L.) adjacentes. O material foi seco a 60º C em estufa por 1h. Após a secagem, parte dos esporocarpos foram montados diretamente em lâminas e lamínulas com PVLG (álcool polivinílico e lactoglicerol) ou PVLG + Reagente de Melzer (Schenck & Pérez, 1990) e outros foram cuidadosamente cortados com lâminas de barbear para visualização das estruturas internas do esporocarpos. A terminologia dos esporos foi sugerida por Goto e Maia (2006). A classificação utilizada segue a proposta de Oehl et al. (2011) que considerou toda a base morfológica disponível em Almeida e Schenck (1990) e WU (1993 a,b).

Taxonomia

Sclerocystis coremioides Berk. & Broome. J. Linn. Soc. London 14:137. 1873.

Glomus coremioides (Berk & Broome) J.B. Morton & D. Redecker, Mycologia 92(2):284. 2000.

Xenomyces ochraeus Cesati, Atti R. Accad. Sci. Fisiche e Math. Napoli 8(4):26. 1878

Ackermannia coccogena Pat., Bull. Soc. Mycol. France 18:183. 1902

Ackermannia dussii Pat., Bull. Soc. Mycol. France 18:180 – 181. 1902

Sphaerocreas javanicum von Höhn., Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien Math.-Na-Turwiss. Kl. Abt. I. 117:1014 - 1015. 1908

Sphaerocreas dussii Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien Math.-Na-Turwiss. Kl. Abt. I. 118: 401. 1909

Sclerocystis dussii (Pat.) von Höhn., Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien Math.-Na-Turwiss. Kl. Abt. I. 118:401. 1909

Sphaerocreas coccogena (Pat.) von Höhn., Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien Math.-Na-Turwiss. Kl. Abt. I. 118:401. 1909

Sclerocystis coccogena (Pat.) von Höhn., Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien Math.-Na-Turwiss. Kl. Abt. I. 119:399. 1910

Endogone minutissima Beeli, Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 56:57. 1923

Sclerocystis alba Petch, Ann. R. Bot. Gard. Perad. 9:322 - 383. 1925

Endogone alba (Petch) Gerd. & Trappe. Mycol. Memoir 5:25. 1974

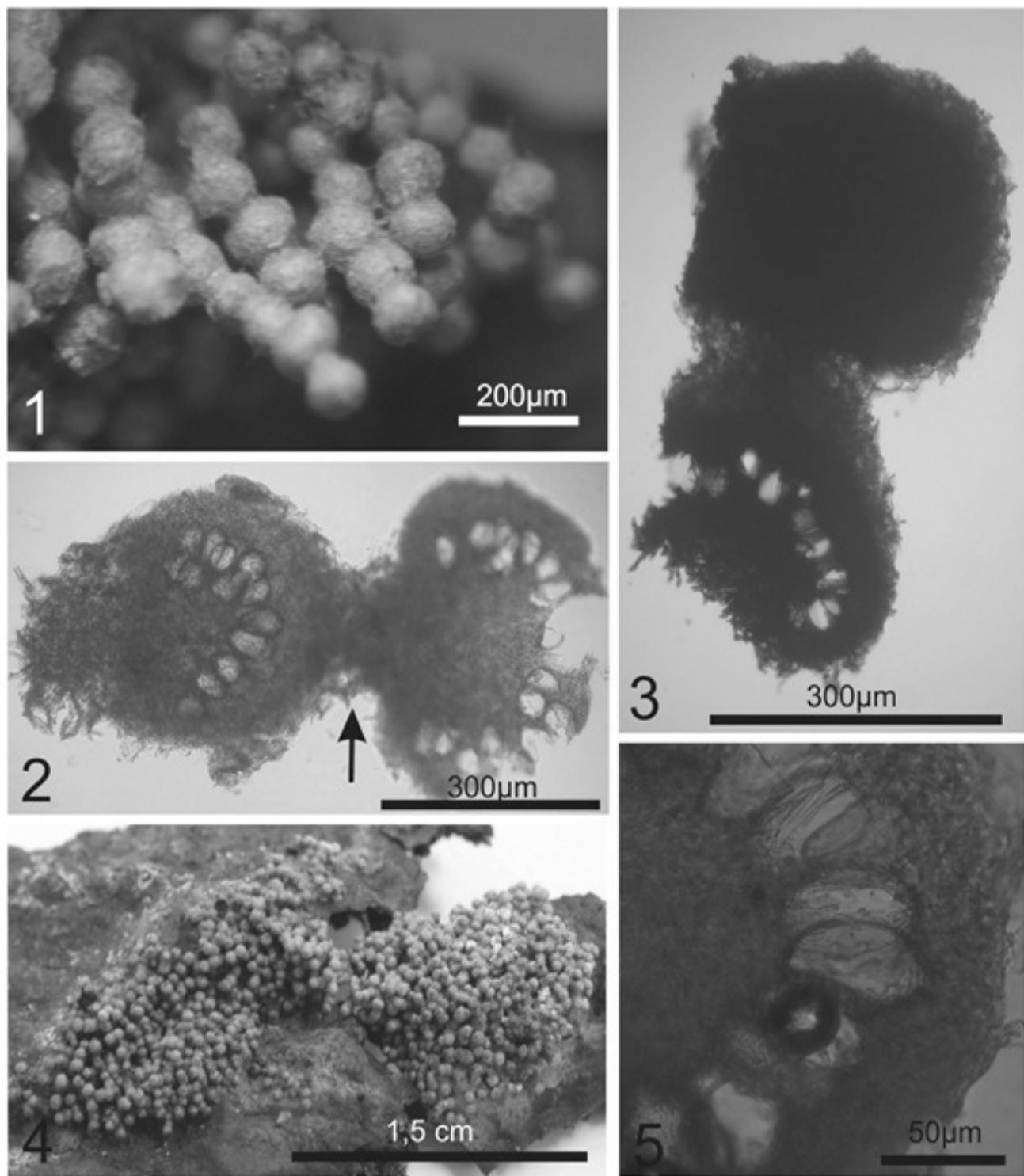


Figura 1 – 5. *Sclerotinia coremioides*. 1 – Cadeia de esporocarpos formadas na superfície de matéria orgânica. 2 – Esporocarpos formados a partir de recrescimento das hifas do perídio. 3 – Forte reação dextrinóide nos esporocarpos. 4 – Esporocarpos na superfície de madeira morta. 5 – Camada de esporos formada a partir do plexo central de hifas.

Massas de esporocarpos marrons, levemente esverdeadas a marrom escuras ou marrom avermelhadas $2,5\text{--}1,3 \times 0,4\text{--}1,5$ cm. Esporocarpos marrons avermelhados a pretos quando encontrados isoladamente no solo, globosos, subglobosos a irregulares, podendo haver produção de novos esporocarpos a partir das hifas do perídio dos esporocarpos mais velhos (até 9 esporocarpos em cadeia). Quando encontrados na superfície de madeira, a coloração foi geralmente de um verde acinzentado a castanho claro em lupa. Contudo, quando avaliados em microscópio composto a coloração observada foi marrom escura a marrom avermelhada. Perídio marrom avermelhado, ($25\text{--}125$) μm de espessura, formado de hifas entrelaçadas de parede geralmente espessa, $1,8\text{--}3,7 \mu\text{m}$. O perídio pode ser mais espesso quando há formação de novos esporocarpos no ápice dos esporos mais velhos, atingindo até $250 \mu\text{m}$ de espessura.

Esporos geralmente amarelo-escuros quando jovens a marrom-avermelhados quando maduros $100\text{--}55 \times 45\text{--}55 \mu\text{m}$ formados radialmente a partir do plexo central de hifas entrelaçadas ($300\text{--}150 \mu\text{m}$). Parede do esporo composta de uma fina camada laminada, $2\text{--}4 \mu\text{m}$. Esporos com apenas uma hifa de sustentação cilíndrica. Poro da hifa de sustentação geralmente aberto no ponto de inserção com o esporo. Germinação não observada.

Habitat: Crescendo em área de Mata Atlântica e de plantações de cacau adjacentes, na Bahia.

Material examinado: BRASIL. Bahia: São José da Vitória, Fazenda Vale Feliz, 14.IV.2009, J. L. Bezerra 971 (CEPEC 1759), na serrapilheira de cacau cabruca; Firmino Alves, Fazenda Santo Antônio II, 15.V.2007, J. L. Bezerra 1006 (CEPEC 1794), na serrapilheira de cacau cabruca; 15.V.2007, J. L. Bezerra 1007 (CEPEC 1795), na serrapilheira de cacau cabruca; Uruçuca, EMARC, 18.V.2006, J. L. Bezerra 1008 (CEPEC 1796), sobre casca de fruto de cacau em decomposição; 22.XI.2006, J. L. Bezerra 1009 (CEPEC 1797), sobre madeira em decomposição.

Almeida e Schenck (1990) afirmam que esporocarpos jovens de *S. coremioides* apresentam perídio branco, característica não observada nos esporocarpos encontrados no Nordeste brasileiro. Porém, alguns exemplares apresentaram superfície branca devido à proliferação de outros fungos.

Grandes esporocarpos de *S. sinuosum* Gerd. & B.K. Bakshi podem ser confundidos com os de *S. coremioides*, pois as hifas do perídio podem não se apresentar distintamente sinuosa (Almeida e Schenck, 1990). Além disso, os esporos estão distribuídos ao redor do plexo central, como em *S. coremioides*. A falta de cultura puras de ambas espécies não permite maiores especulações sobre a estabilidade desse caráter. Contudo, apenas *S. coremioides* foi observado recrescendo a partir das hifas do perídio, como observado por Almeida e Schenck (1990) e WU (1993a e b).

No Brasil, *S. coremioides* foi citado apenas para agrossistemas e áreas de Mata Atlântica (Maia e Trufem, 1990; Goto e Maia, 2005; Trufem, 1990; Trufem, 1995). Porém, em nenhum momento foi citado a ocorrência de esporocarpos de *S. coremioides* formando massas de esporocarpos compondo a micobiota decompositora sobre madeira morta.

A observação de espécies de FMA crescendo sobre madeira morta e as crescentes descrições de novas espécies esporocárpicas com comportamento epígeo (Mcgee e Trappe, 2002) mostram que a metodologia de coleta de fungos micorrízicos arbusculares deve ser cuidadosa e não apenas relacionada aos fungos que ocorrem apenas de forma hipógea. A coleta de espécies de FMA deve abranger, além do solo, também parte da matéria orgânica que fica em sua superfície, principalmente em solos de mata que apresentam uma ampla diversificação de substratos para tentar abranger os diferentes habitats.

Glomus pubescens (Sacc. & Ellis) Trappe & Gerd. também foi descrita por Gerdemann e Trappe (1974) como sendo uma espécie de hábito saprofítico ou parasita, pois aparentemente não formava associação micorrízica. Além disso, há poucos registros dessa espécie sendo sua distribuição restrita (Gerdemann e Trappe, 1974). Ambas as espécies, *S. coremioides* e *G. pubescens*, podem representar um link desses organismos para a condição saprofítica. Análises moleculares recentes de *G. pubescens* do Japão mostraram que o fungo pertence ao subfilo Mucromycotina, retornando ao gênero *Sphaerocreas* Sacc. & Ellis (Hirose et al., 2014).

Espécies esporocárpicas podem ser “r” estrategistas, apresentando mecanismos mais lentos de dispersão e colonização. Além disso, há um maior consumo de energia pelo fungo para produzir

esporocarpos e por isso essas espécies podem ter desenvolvido hábito decompositor para ampliar sua fonte de nutrientes e consequentemente produzir esses corpos de frutificação.

Ascomycota e Basidiomycota são filos que apresentam um amplo espectro nutricional, possuindo representantes sapróbios, simbiontes e parasitas. Em Glomeromycota, pode haver hábito similar, porém, mais coletas e novas técnicas podem ajudar a elucidar questões sobre o ciclo de vida desses organismos.

Formação de grandes massas de esporocarpos, ou apenas grandes esporocarpos, pode representar a estratégia de dispersão para essas espécies. Os fungos são fontes de alimento para muitos animais (Fogel e Trappe, 1978) e esses mesmos animais servem como dispersores desses fungos. McGee e Bacchoza (1994) encontraram 15 espécies de FMA, principalmente espécies esporocárpicas, em fezes de ratos na Austrália, e alguns isolados formaram micorrizas, quando inoculados.

A captura de roedores nas áreas onde foram encontrados os esporocarpos podem ajudar a entender se o hábito epígeo de *S. coremioides* seja apenas uma estratégia para dispersão dos esporos. Cultivo de espécies de FMA ocorrem geralmente quando associadas a raízes de hospedeiros, contudo isolados que possam ter hábito sapróbio também podem teoricamente crescer em meio de cultura, por isso, faz-se necessário tentar isolar essas massas de esporocarpos em meio semi-sólido como alternativa para elucidar essas questões. Além disso, em Glomeromycota, há algumas espécies cuja associação com raízes de plantas ainda não é comprovada e outras que formam distinta associação (*G. tubiformis* P.A. Tandy) e foram posteriormente transferidas para o gênero *Densospora* McGee (McGee, 1996).

Além disso, espécies esporocárpicas têm sido negligenciadas, já que as técnicas de coleta e extração de esporos são extremamente seletivas e propiciam o isolamento daquelas que formam esporos isoladamente no solo (ectocárpicas). No Brasil, foram citadas vinte espécies de FMA que formam esporocarpos, sendo oito (*Diversispora versiformis* (P. Karst.) Oehl, G. A. Silva & Sieverd., *Glomus arboreum* McGee, *G. australe* (Berk.) S.M. Berch, *G. macrocarpum* Tul. & C. Tul., *G. microcarpum* Tul. & C. Tul., *G. pallidum* I.R. Hall e *Redeckera fulva* (Berk. & Broome) C.

Walker & A. Schüssler) formadoras de densas massas de esporos (Maia et al., 2015). As demais espécies formam agregados menores e facilmente detectados pelas técnicas de perneiramento úmido e centrifugação em sacarose. Assim, sugere-se que os trabalhos que visem verificar a riqueza e diversidade de FMA em áreas nativas ou impactadas, além da forma convencional, procurem explorar a superfície do solo tais como folhas e outros tipos matéria orgânica para verificar esse particular grupo de espécies.

Recentemente, Schüssler e Walker (2010) e Redecker et al. (2013) admitiram que todos os sinônimos de *S. coremioides* seriam de posição incerta. Entende-se que essa ação é um desserviço taxonômico, aumentando o número de nomes sem significado, além de desconsiderar as revisões realizadas por Almeida e Schenck (1990) e WU (1993a,b). Esse tipo de ação deve preferencialmente ser baseada em evidências morfológicas e/ou moleculares, evitando especulações que não trazem avanços científicos e ainda geram problemas nomenclaturais.

Literatura Citada

- ALMEIDA, R. T.; SCHENCK, N. C. 1990. A revision of the genus *Sclerocystis* (Glomaceae, Glomales). *Mycologia* 82(6):703-714.
- BERKELEY, M. J.; BROOME, C. E. 1873. Enumeration of the Fungi of Ceylon. *Journal Linnaean Society* 14:137.
- FOGEL, R.; TRAPPE, J. M. 1978. Fungus consumption (mycophagy) by small animals. *Northwest Science* 52:1-30.
- GERDEMANN, J. W.; TRAPPE, J. M. 1974. The Endogonaceae of the Pacific Northwest. *Micologie Memoir* 5:1-76.
- GOTO, B. T.; MAIA, L. C. 2005. Sporocarpic species of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota), with a new record from Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 19(3):633-637.
- GOTO, B. T.; MAIA, L. C. 2006. Glomerospores: a new denomination for the spores of Glomeromycota, a group molecularly distinct from the Zygomycota. *Mycotaxon* 96:129-132.

- GOTO, B. T. et al. 2010. Checklist of the arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota) in the Brazilian semiarid. *Mycotaxon* 113:251-254.
- GOTO, B. T. et al. 2012. *Glomus trufemii*, a new sporocarpic species from Brazilian sand dunes. *Mycotaxon* 120:1-9.
- HIROSE, D. et al. 2014. Sphaerocreas pubenscens is a member of the Mucoromicotina closely related to fungi associated with liverworts and hornworts. *Mycoscience* 55(3):221-226.
- JAMES, T.Y. et al. 2006. Reconstructing the early evolution of Fungi using a six-gene phylogeny. *Nature* 443(19):818-822.
- MAIA, L. C.; TRUFEM, S. F. B. 1990. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em solos cultivados no Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 13:89-95.
- MAIA, L. C. et al. 2015. Diversity of Brazilian Fungi. *Rodriguésia (Brasil)* 66:1033-1045.
- MCGEE, P. A.; BACZOWA, N. 1994. Sporocarpic Endogonales and Glomales in the scats of Rattus and Perameles. *Mycological Research* 98:246-249.
- MCGEE, P. A. 1996. The Australian Zygomycetes Mycorrhizal Fungi: the Genus *Densospora* gen. nov. *Australian Systematic Botany* 9:329-336.
- MCGEE, P. A.; TRAPPE, J. M. 2002. The Australian zygomycetous mycorrhizal fungi. II. Further Australian sporocarpic Glomaceae. *Australian Systematic Botany* 15:115-124.
- OEHL, F. et al. 2011. Glomeromycota: three new genera and glomoid species reorganized. *Mycotaxon* 116:75-120.
- REDECKER, D. et al. 2007. A novel clade of sporocarp-forming species of glomeromycotan fungi in the *Diversisporales* lineage. *Mycological Progress* 6:35-44.
- REDECKER, D. et al. 2013. An evidence-based consensus for the classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota). *Mycorrhiza* 23:515-531.
- SCHENCK, N. C.; PÉREZ, Y. 1990. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. 3rd ed. Gainesville, FL, Synergistic Publications. 286p.
- SCHÜSSLER, A.; SCHWARZOTT, D.; WALKER, C. 2001. A new phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological Research* 105:1413-1421.
- SCHÜSSLER, A.; WALKER, C. 2010. The *Glomeromycota*. A species list with new families and new genera. Gloucester, UK. 56p.
- SMITH, S. E.; READ, D. J. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. 2 ed. San Diego, Academic Press. 605p.
- TANDY, P. A. 1975. Sporocarpic species of Endogonaceae in Australia. *Australian Journal of Botany* 23:849-866.
- THAXTER, R. 1922. A revision of Endogonaceae. *Proceeding of the American Academy of Art and Sciences* 57:291-351.
- TRUFEM, S. F. B. 1990. Aspectos ecológicos de fungos micorrízicos vesículo - arbusculares de mata tropical úmida da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 4:31-45.
- TRUFEM, S. F. B. 1995. Aspectos ecológicos de fungos micorrízicos arbusculares na rizosfera de plantas de restinga na Ilha do Cardoso, SP, Brasil. *Revista Brasileira Botânica* 18(1):51-60.
- WU, C. G. 1993a. Glomales of Taiwan: IV. A monograph of *Sclerocystis* (Glomaceae). *Mycotaxon* 59:327-349.
- WU, C. G. 1993b. Glomales of Taiwan: III. A comparative study of spore ontogeny in *Sclerocystis* (Glomaceae, Glomales). *Mycotaxon* 47:25-39.



FUNGOS ENDOFÍTICOS DE RAÍZES DE SISAL ANTAGONISTAS AO *Aspergillus niger*

Eliane Leal Candeias¹, Maria Luíza do Carmo Santos¹, Elizabeth Amélia A. Duarte², Thiago Alves Santos de Oliveira², José Luiz Bezerra^{1,3}, Ana Cristina Fermino Soares¹

¹Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas/UFRB - agrcandeias@hotmail.com; mluizadocarmo@gmail.com;ferminosoares@gmail.com; ²PNPD-CAPES/UFRB - elizabethaad@gmail.com/ oliveira.tas@gmail.com; ³Departamento de Micologia/UFPE- jlulabezerra@hotmail.com

O sisal é uma cultura de grande relevância para o semiárido brasileiro, sobretudo a Bahia, onde representa uma das principais fontes de renda local. A podridão vermelha, doença causada pelo fungo *Aspergillus niger* vem acometendo os plantios de sisal da Bahia ocasionado perdas de até 75% na produção. Desta forma, este trabalho objetivou selecionar fungos endofíticos isolados do sisal quanto ao seu potencial antagônico ao patógeno *A. niger*. Os fungos foram isolados, identificados e posteriormente submetidos a testes de antagonismo e patogenicidade. Sete gêneros endófitos de raízes de sisal foram identificados e entre estes, as espécies *Periconia* sp., *Chaetomium* sp.3, *Cladosporium* sp. e *Penicillium* sp.1 apresentaram antibiose ao *A. niger* em condições *in vitro*. Todos os isolados mostraram-se não patogênicos ao sisal.

Palavras-chave: *Agave sisalana*, biocontrole e patogenicidade

Endophytic fungi of sisal roots *Aspergillus niger* antagonists. The sisal is a very important crop for the Brazilian semi-arid region, especially in Bahia, which one of the main local source of income. The red rot disease caused by the fungus *Aspergillus niger* is affecting the sisal plantations of Bahia caused losses of up to 75% in production. Thus this work aims to select endophytic fungi isolated from sisal as potential antagonistics to the pathogen *A. niger*. The fungi were isolated, identified and subsequently subjected to antagonism and pathogenicity tests. Seven genera of endophytes from sisal roots were identified and among these species, *Periconia* sp., *Chaetomium* sp.3, *Cladosporium* sp. and *Penicillium* sp.1. Antibiosis showed antagonism to *A. niger* under *in vitro* conditions. All isolates were shown to be non-pathogenic to sisal.

Key words: *Agave sisalana*, biocontrol, pathogenic

Introdução

O gênero *Agave* possui aproximadamente 200 espécies, destas 150 são relatadas no México (Garcia-Mendoza, 2007). No Brasil, a espécie *Agave sisalana* Perrine ex Engelm é a mais cultivada por ser adaptada às condições edafoclimáticas do semiárido devido a sua rusticidade e resistência à seca. O sisal é cultivado em larga escala no nordeste brasileiro em condições adversas, locais de altitude de até 600 metros, com regime de precipitação máxima de 1200 mm ao ano e em solos alcalinos (Beltrão, 2006; Suinaga et al., 2006; Embrapa, 2010; Carneiro et al., 2014). A Bahia é o maior produtor e gera aproximadamente 90 toneladas de fibra (FAO, 2014). Porém, a produtividade do sisal na Bahia está sendo ameaçada pela doença podridão vermelha causada pelo *Aspergillus niger* Tieghem (Coutinho et al., 2006; Gama et al., 2015). Este patógeno é facultativo e no sisal a infecção é causada por lesões de origem mecânica e ou aberturas naturais na planta (Lima et al., 1998; Schuster et al., 2002).

Para este patossistema o controle biológico representa a alternativa mais viável do ponto de vista econômico e social, pois geralmente os produtos sintéticos são pouco eficientes no controle de doenças causadas por fungos de solo e são de difícil aplicação. Adicionalmente podem acarretar danos ao ambiente devido ao resíduo acumulado na área onde foram aplicados, inclusive lençóis freáticos, ocasionando modificações negativas na microbiota de ação benéfica (Kinati et al., 1995). Desta forma, o uso de um formulado biológico torna-se uma boa alternativa para controle de patógenos que vivem no solo a exemplo do *A. niger* em plantios de sisal (Ethur et al., 2007).

Neste contexto, o estudo com fungos endófitos são promissores para o controle biológico de fitopatógenos (Rodrigues & Samuels, 1999; Nalini et al., 2014; Amin et al., 2014), pois são considerados benéficos às plantas (Petrini, 1992). Quando presentes em determinadas fases do ciclo de vida da planta contribuem para o aumento da tolerância a estresses abióticos e na promoção do crescimento (Schulz et al., 2002; Zhang et al., 2014), uma vez que microrganismos endófitos atuam inibindo os patógenos por competição por nutrientes, parasitismo direto e pela produção de metabólitos (Grigoletti Jr et al., 2000; Rubini et al., 2005). Assim como podem estimular a planta a produzir

fitormônios, toxinas e substâncias promotoras de crescimento que estão relacionadas ao controle de fitopatógenos (Rosenblueth & Martínez-Romero, 2006; Azevedo & Araújo, 2007).

Portanto, este trabalho objetivou identificar e selecionar fungos endofíticos de raiz de sisal sem sintomas de podridão vermelha que apresentaram potencial para o biocontrole do patógeno *Aspergillus niger*.

Material e Métodos

Local de coleta

As coletas de raízes de sisal ocorreram em março de 2014 (período de chuvas ocasionais) no município Conceição do Coité, Bahia em uma fazenda produtora de sisal localizada a 11°40'0"S, 39°20'0"W, que foi dividida em quatro subáreas. Foram selecionadas dez plantas jovens de *A. sisalana*, sem sintomas de podridão vermelha, utilizando o método de caminhamento em "W" para o total de 40 amostras. O material biológico foi acondicionado sob refrigeração e encaminhado ao Laboratório de Microbiologia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas de Cruz das Almas-BA, onde foram processadas no tempo limite de 24h.

Isolamento dos fungos endófitos de raízes de sisal

As raízes foram cuidadosamente lavadas em água corrente e sabão neutro, sem causar ferimento. Fragmentos de 5 mm de comprimento dessas raízes foram retirados e desinfestados em álcool 70% (1 min.), hipoclorito de sódio (NaClO) a 1% (1 min.), novamente em álcool 70% (30 seg.) e posteriormente lavados em água destilada esterilizada. Prontamente, foram transferidos seis fragmentos para placas de Petri, com três repetições, contendo Batata-Dextrose-Ágar (BDA) com cloranfenicol (50 mg L⁻¹), incubadas à temperatura ambiente (25 ± 2 °C) e verificadas diariamente por até 15 dias quanto ao crescimento de colônias fúngicas circundantes ao fragmento da raiz. Para o controle da assepsia, 50 L da última água de lavagem das raízes, foram plaqueados em BDA para a comprovação da desinfestação superficial (Pereira et al., 1993).

As culturas de todos os isolados obtidos foram preservadas em água esterilizada contidas em frasco de vidro (10 mL) pelo método de Castellani (1967), constando de duas réplicas para cada isolado.

Teste de patogenicidade, métodos e local de inoculação

Plantas de sisal jovens (12 meses após o plantio do bulbilho) e sem sintomas de podridão vermelha foram cultivadas e mantidas em casa de vegetação para o teste de patogenicidade com os isolados PS 8.1; PD 29.2; PD 44.2; PS 50.4; HS 52.3; HS 53.6; PD 62.8; PD 66.4; HD 71.1; HD 74.4 obtidos neste estudo e, com o patógeno *Aspergillus niger* (HD 71.4) da Coleção Micológica do Laboratório de Microbiologia, CCAAB da UFRB. Folhas foram destacadas e inoculadas no limbo e na bainha das superfícies adaxial e abaxial com e sem ferimento, utilizando disco de 5 mm de diâmetro de cada cultura fúngica. As folhas inoculadas foram incubadas em câmara úmida durante 72h a 25±2°C e observadas por oito dias quanto ao aparecimento de alguma lesão.

Identificação morfológica dos fungos endofíticos de sisal

O exame macroscópico das culturas constou na observação das seguintes características: coloração, forma e aspecto das colônias durante 10 dias de incubação a 28±2 °C em meio BDA.

As observações microscópicas foram feitas em lâminas com e sem corante azul de algodão. As imagens foram capturados utilizando o equipamento e Leica ICC 50 HD acoplado ao Leica DM 750, respectivamente. As estruturas encontradas foram identificadas utilizando a literatura específica (Ellis, 1971; Sutton, 1980; Sivanesan, 1984; Domsch et al., 1993) e outras.

Teste de antagonismo

Os mesmos isolados utilizados no teste de patogenicidade foram submetidos ao teste de antagonismo pelo método de pareamento em placa de Petri com meio BDA, perfazendo um total de cinco repetições, incluindo o controle com cultura pura. Os fungos endofíticos candidatos a biocontroladores foram confrontados com *A. niger* (HD 71.4). As placas foram incubadas em BOD a 25±2°C e após 48h o raio

das colônias dos fungos foi medido em dois sentidos diametralmente opostos com paquímetro digital. A área do crescimento micelial foi obtida pela fórmula: $S = \pi r_1 r_2$. Sendo: S = área do crescimento micelial; r_1 = raio 1; r_2 = raio 2. A área foi transformada em porcentagem de crescimento micelial e foram agrupados em classe segundo escala de notas de Bell et al. (1982) (Tabela 1). Adicionalmente foi avaliado o tipo de interação entre os isolados de fungos endofíticos e o patógeno *A. niger* utilizando a classificação de Moore-Landecker (1996).

Tabela 1. Escala de notas com atribuição do grau de crescimento micelial dos candidatos a biocontroladores em direção ao fitopatógeno (Bell et al., 1982)

Notas	Grau de crescimento do antagonista sobre o fungo fitopatogênico no meio de cultura
Nível 1	O antagonista cobriu 100% da superfície da placa. Supressão total do crescimento micelial por parte do antagonista.
Nível 2	O antagonista cobriu 75% da superfície da placa.
Nível 3	Antagonista e fitopatógeno colonizam cada um 50% da superfície da placa.
Nível 4	O antagonista cobriu ao menos 25% da superfície da placa.
Nível 5	O fitopatógeno cobriu a totalidade da superfície, anulando o antagonista. Ausência de supressão micelial por parte do antagonista.

Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com dez tratamentos e cinco repetições, em que cada repetição é composta por uma placa de Petri. As medias da área de crescimento micelial foram submetidas à análise de variância, sendo a separação de medias efetuada pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o programa SISVAR 5.3 (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Teste de patogenicidade, métodos e local de inoculação

Todos os isolados inoculados, inclusive o de *A. niger* foram incapazes de penetrar o tecido com a superfície intacta (sem ferimento), independentemente do local de inoculação (limbo e bainha da folha nas faces

adaxial e abaxial). É possível deduzir que esses fungos são incapazes de produzir a enzima cutinase que rompe a cutícula de vegetais permitindo assim a penetração do patógeno na ausência de ferimentos (Nery-Silva et al., 2007).

Para todos os tratamentos onde foram realizados ferimentos (injuria física) somente *A. niger* causou lesões independente do local de inoculação (Tabela 2). Portanto, mesmo fornecendo o micélio ativo com esporos do fungo sobre o ferimento os isolados de fungos endofíticos não foram patogênicos ao sisal.

Os fungos fitopatogênicos são capazes de infectar os tecidos foliares via penetração pela superfície adaxial, abaxial ou ambas (Agrios, 2005). As injúrias provocadas na folha facilitaram a penetração do patógeno (*A. niger*) e, portanto, o processo de infecção ocorreu precocemente neste tratamento. Como nos tratamentos sem ferimento não houve infecção por nenhum dos isolado, nem mesmo do patógeno, acredita-se que houve aumento da atividade metabólica das células com ferimento que permitiu ao patógeno penetrar e causar lesões (Guzmán et al., 1999).

Os fungos endofíticos podem permanecer em estágio de latência em algum momento do ciclo de vida das plantas e em certas circunstâncias podem atuar como patógenos da cultura (Wilson, 1995; Ragazzi et al., 2001; Cheplick & Faeth, 2009). O fato dos fungos candidatos a antagonista não terem sido capazes de causar lesões nas folhas destacadas de sisal sem ferimentos, indica que eles podem continuar sendo

Teste de antagonismo

Todos os isolados testados mostraram algum tipo de antagonismo ao *A. niger*, com predominância de antibiose e impasse (Tabela 3).

Dos dez isolados que foram submetidos ao teste de antagonismo apenas *Fusarium* sp. mostrou-se estatisticamente superior quando comparado com os demais isolados. Este fungo apresentou 71% de crescimento micelial em placa, sendo classificado como nível 2 na escala de Bell et al. (1982), que constitui a ocupação de 2/3 da placa pelo antagonista. Tal comportamento pode ser atribuído à competição por espaço e por nutrientes presentes no meio de cultura e/ou ao hiperparasitismo (Vinale et al., 2008; Carvalho et al., 2011). Os fungos do gênero *Fusarium* são geralmente encontrados como patógenos, porém a espécie *Fusarium oxysporum* também foi isolada como endofítica de raízes de *Vitis labrusca* cv. Isabel (Lima et al., 2014). Os fungos selecionados para o biocontrole podem produzir substâncias ativas que interferem no crescimento, assim o uso destes micro-organismos constitui fonte promissora de princípios ativos com potencial para substituição dos fungicidas (García et al., 2014).

Embora os demais fungos endofíticos tenham demonstrado menor crescimento micelial quando comparado com o patógeno, isso não descarta a possibilidade destes micro-organismos atuarem como agente biocontrolador. Evidenciando a necessidade de ajuste temporal entre o estabelecimento do antagonista em relação ao patógeno, por exemplo. Ou, ainda,

baixa competitividade na colonização do meio em relação ao fitopatógeno.

Nos confrontos realizados entre *Periconia* sp., *Chaetomium* sp. 3, *Cladosporium* sp. e *Penicillium* sp.1 com o *A. niger* foi observada pouca eficiência na competição por espaço (Tabela 3). Contudo estes antagonistas produziram substâncias inibidoras que foram liberadas no meio, as quais podem apresentar importância biotecnológica, como produção de antibióticos e outras substâncias bioativas.

Estudos adicionais são requeridos para estes fungos, uma vez que o

Tabela 2. Teste de patogenicidade dos isolados endofíticos provenientes do sisal

Isolados	Sem Ferimento				Com Ferimento			
	LAB	LAD	BAB	BAD	LAB	LAD	BAB	BAD
PS 8.1	-	-	-	-	-	-	-	-
PD 29.2	-	-	-	-	-	-	-	-
PD 44.2	-	-	-	-	-	-	-	-
PS 50.4	-	-	-	-	-	-	-	-
HS 52.3	-	-	-	-	-	-	-	-
HS 53.6	-	-	-	-	-	-	-	-
PD 62.8	-	-	-	-	-	-	-	-
PD 66.4	-	-	-	-	-	-	-	-
HD 71.1	-	-	-	-	-	-	-	-
HD 74.4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. niger</i>	-	-	-	-	+	+	+	+

LAB: limbo/abaxial; LAD: limbo/adaxial; BAB: bainha/abaxial; BAD: bainha/adaxial; (+) apresentou lesão; (-) não apresentou lesão.

Tabela 3. Controle biológico *in vitro* de isolados de fungos endofíticos do sisal versos ao *Aspergillus niger*, agente etiológico da podridão vermelha

Isolado	Gênero	Interação ¹	Crescimento micelial (%) ²	Escala de Bell ³
PS 8.1	<i>Fusarium</i> sp.	Impasse	71,48 d	2
PD 29.2	<i>Penicillium</i> sp.1	Antibiose	47,40 c	3
PD 44.2	<i>Chaetomium</i> sp.1	Impasse	52,40 c	3
PS 50.4	<i>Penicillium</i> sp.2	Impasse	37,96 b	4
HS 52.3	<i>Periconia</i> sp.	Antibiose	39,07 b	4
HS 53.6	<i>Chaetomium</i> sp.2	Impasse	49,81 c	3
PD 62.8	<i>Chaetomium</i> sp.3	Antibiose	24,25 a	4
PD 66.4	<i>Phaeosclera</i> sp.	Entrelaçamento hifas	34,63 b	4
HD 71.1	<i>Cladosporium</i> sp.	Antibiose	22,77 a	4
HD 74.4	<i>Myceliophthora</i> sp.	Sobreposição	41,84 b	4
C.V%		7,44		

¹Classificação de interação antagônica segundo Moore-Landecker (1996). ²As médias de crescimento micelial, seguidas de letras iguais, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.³ Grau de crescimento micelial dos antagonistas segundo escala de Bell et al., (1982).

potencial de biocontrole de *Penicillium oxalicum* foi reportado inibindo crescimento de *Verticillium dahliae* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* em condições controladas e de campo em tomateiro (Larena et al., 2003; Sabuquillo et al., 2006). Espécies de *Penicillium* endófitas foram isoladas de folhas, frutos, raiz e caule de *Melia azedarach* (Santos et al., 2003; Marinho et al., 2007; Marinho et al., 2009) e *Genipa americana* e *Zea mays* (Sousa et al., 2013). Assim como isolados de *Periconia* sp. que também são reportados como endofíticos com potencial controle de doenças de plantas (Turhan, 1993).

Os fungos *Myceliophthora* sp. e *Phaeosclera* sp. possuem clamidósporos, estruturas de resistência que viabilizam a sobrevivência dessas espécies no solo e nos restos de cultura por muito tempo. Característica importante para os fungos que apresentam potencial ao biocontrole (Bettoli, 1995).

Os isolados de *Chaetomium* sp. 1 e 2 foram estatisticamente diferentes dos demais com crescimento de colônia de 52% e 50% respectivamente, obtendo nota 3 onde o antagonista e fitopatógeno colonizam cada um 50% da superfície da placa. Espécies pertencentes ao gênero *Chaetomium* são citadas como sendo eficientes no controle biológico de fitopatógenos (Soytong et al., 2001; Reissinger et al., 2003), apresentando inibição contra *Helminthosporium*, *Pythium ultimum*, *Alternaria raphani*, *A.*

brassicicola e *Phytophthora* (Soytong et al., 2001). Apesar do *Cladosporium* sp. demonstrar-se estatisticamente inferior quando comparado aos demais fungos testados, foi verificado baixo poder de colonização do meio de cultura (crescimento lento) quando comparado com o patógeno, entretanto foi observado halo de inibição no pareamento com *A. niger*. A ação de antibiose de *Cladosporium* é decorrente da produção de um composto químico denominado cladosporol. Este composto foi primeiramente isolado por Sakagami et al. (1995) e é responsável pela inibição da síntese de α -1,3 glucano. Estudos com

cladosporol purificado demonstraram má formação de hifas de *Phytophthora capsici* (Sakagami et al., 1995) e diminuição na germinação de esporos da ferrugem causada por *Uromyces appendiculatus* (Nasini et al., 2004).

Fungos do gênero *Cladosporium* são conhecidos por atuarem na melhoria da qualidade de café, pois estes micro-organismos estão presentes nos grãos que proporcionam os melhores sabores deste produto (Pereira et al., 2005). Espécies pertencentes a *Cladosporium* são comumente encontradas habitando a superfície das folhas e nos tecidos internos de folhas jovens e maduras (Sadaka & Ponge, 2003). *Cladosporium tenuissimum* foi isolado como endofítico em folhas de *Eucalyptus nitens* (Fisher et al., 1995) e de *Vitis labrusca* cv. Isabel (Lima et al., 2014). Espécies desse gênero são encontradas atuando como saprófitas, contaminantes do ar e alimentos, possuindo ação biológica admirável na degradação de material vegetal e desempenhando ação competitiva com alguns micro-organismos (Domsch et al., 1993; Ellis, 1971; Samson et al., 2000; Pereira et al., 2005).

Doenças causadas por fungos de solo são mais difíceis de serem controladas por se tratar de um ambiente muito complexo. O uso de produtos sintéticos não oferecem eficiência no controle, pois a aplicação é dificultada, podendo interferir negativamente na microbiota de ação benéfica e causar danos ao

ambiente, devido ao resíduo acumulado na área. Desta forma o uso de um formulado biológico torna-se uma boa alternativa para controle de patógenos que vivem no solo a exemplo o *A. niger* em plantios de sisal (Ethur et al., 2007).

Conclusão

Periconia sp., *Chaetomium* sp.3, *Cladosporium* sp. e *Penicillium* sp.1, apresentaram antibiose contra *A. niger*, necessitando de estudos mais aprofundados, em condições de campo para avaliar a sua eficácia no biocontrole do agente etiológico da podridão vermelha do sisal. Estes fungos mostraram-se não patogênicos para o sisal.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de estudos dos autores envolvidos no trabalho e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio financeiro ao projeto.

Literatura Citada

- AGRIOS, G. N. 2005. Plant Pathology. New York, Elsevier Academic Press. 922p.
- AMIN, N. et al. 2014. Isolation and identification of endophytic fungi from cocoa plant resistant VSD M.05 and cocoa plant susceptible VSD M.01 in South Sulawesi, Indonesia. International Journal Current Microbiology and Applied Sciences 3: 459-67.
- AZEVEDO, J. L.; ARAÚJO, W. L. 2007. Endophytic fungi of tropical plants: diversity and biotechnological aspects. In: Ganguli, B.N.; Deshmukh, S. K. Fungi multifaceted microbes. New Delhi, Anamaya Publishers. pp.189-207.
- BELL, D. K.; WELLS, H. D.; MARKHAM, C. R. 1982. *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. Phytopathology 72:379-382.
- BELTRÃO, N. E. M. 2006. A planta. In: Andrade, W. O Sisal do Brasil. 1^a ed. Salvador, BA, SINDIFIBRAS; Brasília, DF, APEX-Brasil. pp.25-28.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. 1995. Controle biológico. In: Bergamin Filho, A.; Kimati, H.; Amorim, L. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. 3ed. São Paulo, SP, Agronômica Ceres. pp. 717-727.
- CARNEIRO, F. S. et al. 2014. Embriogênese somática em *Agave sisalana* Perrine indução, caracterização anatômica e regeneração. Pesquisa Agropecuária Tropical (Brasil) 44: 294-303.
- CARVALHO, D. D. C. et al. 2011. Controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* *in vitro* e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. Tropical Plant Pathology 36:28-34.
- CASTELLANI, A. 1967. Maintenance and cultivation of the common pathogenic fungi of man in sterile distilled water. Further researches. Journal Tropical Medicine and Hygiene 70:181-184.
- CHEPLICK, G. P.; FAETH, S. H. 2009. Ecology and evolution of the Grass-Endophyte Symbiosis. Oxford, Oxford University Press. 256p.
- COUTINHO, W. M. et al. 2006. A podridão do tronco do sisal. Campina Grande, PB, EMBRAPA ALGODÃO, Comunicado Técnico n. 281. 4p.
- DOMSCH, K. H.; GAMS, W.; ANDERSON, T. H. 1993. Compendium of soil fungi. Federal Republic of Germany, IHV-Verlag. 859p.
- ELLIS, M. B. 1971. Dematiaceous hyphomycetes. Wallingford, CAB International. 608 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2010. Informações gerais sobre o sisal. Disponível em: <www.cnpa.embrapa.br>. Acesso em: 14 Jun. 2014.
- ETHUR, L. Z.; BLUME, E.; MUNIZI, M. F. B. 2007. Seleção de antagonistas fúngicos a *Fusarium solanie* *Fusarium oxysporum* em substrato comercial para mudas. Ciência Rural (Brasil) 37:1794-1797.
- FERREIRA, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (Brasil) 35:1039-1042.

- FISHER, P. J. et al. 1995. A study of fungal endophytes in leaves, stems and roots of *Gynoxis oleifolia* a Muchler (Compositae) from Ecuador. *Nova Hedwigia* 60:589-594.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2014. FAO STAT database. <http://faostat.fao.org/>. Accessed 13 de Jun. de 2014 FHB (2011) edn. Brasília Farmacopéia Homeopática Brasileira, 3rd.
- GAMA, E. S. V. et al. 2015. Homeopathic drugs to control red rot disease in sisal plants. *Agronomy for Sustainable Development* 35:649-656.
- GARCIA-MENDOZA, A. J. 2007. Los Agaves de México. *Ciencias (Mexico)* 87:14-23.
- GARCÍA, S. D. G.; LORZA, A. R.; PELÁEZ, C. A. 2014. Antimicrobial activity of extracellular metabolites from antagonistic bacteria isolated from potato (*Solanum phureja*) crops. *Summa Phytopathologica (Brasil)* 40:212-220.
- GRIGOLETTI, J. R. A.; FIGUEREDO, A.; GARCÍA, C. 2000. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. *Revista Floresta (Brasil)* 30:155-165.
- GUZMÁN, I. L.; CANTWELL, M.; BARRETT, D. M. 1999. Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl₂ dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. *Postharvest Biology and Technology* 17:201-213.
- KIMATI, H. 1995. Controle químico. In: Bergamin Filho, A.; Kimati, H.; Amorin, L. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. 3ed. São Paulo, SP, Agronômica Ceres. pp.761-785.
- LARENA, I. et al. 2003. Biocontrol of *Fusarium* and *Verticillium* wilt of tomato by *Penicillium oxalicum* under greenhouse and field conditions. *Journal of Phytopathology* 151:507-512.
- LIMA T. E. F. et al. 2014. Endophytic fungi from leaves and roots of *Vitis labrusca* cv. Isabel in Pernambuco/Brazil. *Sydowia* 66:115-128.
- LIMA, E. F. et al. 1998. Podridão vermelha do tronco do sisal (*Agave sisalana* Perr.) causada por *Botryodiplodia theobromae* Pat. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas* 2:109-112.
- MARINHO, A. M. R.; MARINHO, P. S. B.; RODRIGUES FILHO, E. 2007. Constituintes químicos de *Penicillium* sp. um fungo endofítico isolado de *Murraya paniculata* (Rutaceae). *Revista Ciências Exatas e Naturais (Brasil)* 9:189-200.
- MARINHO, A. M. R.; MARINHO, P. S.; RODRIGUES FILHO, E. 2009. Esteroides produzidos por *Penicillium herquei*, um fungo endofítico isolado dos frutos de *Melia azedarach* (Meliaceae). *Química Nova (Brasil)* 32:1710-1712.
- MOORE-LANDECKER, E. 1996. Fundamentals of the fungi. New Jersey, Prentice-Hall. 574p.
- NALINI, M. S; SUNAYANA, N.; PRAKASH, H. S. 2014. Endophytic fungal diversity in medicinal plants of Western Ghats, India. *International Journal of Biodiversity* doi.org/10.1155/2014/494213.
- NASINI, G. et al. 2004. Secondary mould metabolites of *Cladosporium tenuissimum*, a hyperparasite of rust fungi. *Phytochemistry* 65:2107-2111.
- NERY-SILVA, F. A. et al. 2007. Metodologia de inoculação de fungos causadores da podridão peduncular em mamão. *Ciência e Agrotecnologia (Brasil)* 31:1374-1379.
- PEREIRA, J. O.; AZEVEDO, J. L.; PETRINI, O. 1993. Endophytic fungi of *Stylosanthes*. *Mycologia* 85:362-364.
- PEREIRA, R. T. G.; PFENNING, L. H.; CASTRO, H. A. 2005. Caracterização e dinâmica de colonização de *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) de Vries em frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Agrotecnologia (Brasil)* 29:1112-1116.
- PETRINI, O. et al. 1992. Ecology, metabolite production and substrat utilization in endophytic fungi. *Natural Toxins* 1:185-196.
- RAGAZZI, A. et al. 2001. Endophytic fungi in *Quercus cerris*: isolation frequency in relation to phenological phase, tree health and the organ affected. *Phytopathologia Mediterranea* 40:165-171.
- REISSINGER, A. et al. 2003. Infection of barley roots by *Chaetomium globosum*: evidence for a

- protective role of the exodermis. *Mycological Research* 107:1094-1102.
- RODRIGUES, K. F.; SAMUELS, G. J. 1999. Fungal endophytes of *Spondias mombin* leaves in Brazil. *Journal Basic of Microbiology* 2:131-135.
- ROSENBLUETH, M.; MARTÍNEZ-ROMERO, E. 2006. Bacterial endophytes and their interactions with hosts. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 19:827-837.
- RUBINI, M.R. et al. 2005. Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis perniciosa*, causal agent of Witches' Broom Disease. *International Journal Biology Science* 1:24-33.
- SABUQUILLO, P.; DE CAL, A.; MELGAREJO, P. 2006. Biocontrol of tomato wilt by *Penicillium oxalicum* formulations in different crop conditions. *Biological Control* 37:256-265.
- SADAKA, N.; PONGE, J. F. 2003. Fungal colonization of phyllosphere and litter of *Quercus rodundifolia* Lam. in a holm oak forest (High Atlas, Morocco). *Biology and Fertility of Soils* 39:30-36.
- SAKAGAMI, Y. et al. 1995. Cladosporol, α -1,3-glucan biosynthesis inhibitor, isolated by the fungus *Cladosporium cladosporioides*. *Tetrahedron Letters* 36:469-1472.
- SAMSON, R. A. et al. 2000. Introduction to food and air-borne fungi. Baarn, CBS. 389p.
- SANTOS, R. M. G. et al. 2003. World journal of microbiology and biotechnology 19:767-770.
- SCHULZ, B. et al. 2002. Endophytic fungi: a source of novel biological active secondary metabolites. *Mycological Research* 106:996-1004.
- SCHUSTER, E. et al. 2002. On the safety of *Aspergillus niger* - a review. *Applied Microbiology and Biotechnology* 59:426-435.
- SIVANESAN A. 1984. The bitunicate Acomycetes and their anamorphs. Jounal Cramer. 701p.
- SOYTONG, K. et al. 2001. Application of *Chaetomium* species (Ketomium[®]) as a new broad spectrum biological fungicide for plant disease control. *Fungal Diversity* 7:1-15.
- SOUZA, K. A. O. et al. 2013. Estudo do potencial de fungos endofíticos no controle do agente causal da fusariose em tomateiro. *Agroecossistemas* 5:50-55.
- SUINAGA, F. A.; SILVA, O. R. R. F.; COUTINHO, W. M. 2006. A história. In: Andrade, W. O Sisal do Brasil. 1.ed. Salvador, BA, SINDIFIBRAS; Brasília, APEX-Brasil. pp.19-21.
- SUTTON, B. C. 1980. The Coelomycetes. Kew, England. Commonwealth Mycological Institute. 696p.
- TURHAN G. 1993. Mycoparasitism of *Alternaria alternata* by an additional eight fungi indicating the existence of further unknown candidates for biological control. *Journal of Phytopathology* 138:238-292.
- VINALE, F. et al. 2008. Trichoderma plant pathogen interactions. *Soil Biology & Biochemistry* 40: 1-10.
- ZHANG, D. et al. 2014. Periconianone A, a new 6/6 carbocyclic sesquiterpenoid from endophytic fungus *Periconia* sp. with neural anti-inflammatory activity. *Organic Letters*, doi: 10.1021/ol500197x.
- WILSON, D. 1995. Endophyte: The evolution of a term and clarification of its use and definition. *Oikos* 2: 274-276.



FUNGOS COLONIZANDO PALMEIRAS EM ÁREAS DE CAATINGA DO SERTÃO DA BAHIA

Maiara Araújo Lima dos Santos¹, Nadja Santos Vitória¹, José Luiz Bezerra²

¹Universidade do Estado da Bahia, Campus VIII, Departamento de Educação, Colegiado de Biologia Rua do Gangorra, 503, 48608-240, Bairro Alves de Souza, Paulo Afonso, Bahia, Brasil. mayaraujo47@hotmail.com;

²Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, 710, 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

A micobiota existente em Arecaceae foi investigada no período de julho/2012 a setembro/2013 em áreas de Caatinga no sertão da Bahia, com o objetivo de contribuir na ampliação do conhecimento sobre biodiversidade de fungos neste bioma. Nas 14 coletas realizadas foram obtidos 38 espécimes, distribuídos em seis ordens, oito famílias, 10 gêneros e 12 espécies. O fungo *Anthostomella palmaria* é registrado pela primeira vez para o Brasil. *Anthostomella* aff. *leptospora* e *Gloniopsis praelonga* são novos registros para o Estado da Bahia e a palmeira *Syagrus coronata* representa um novo hospedeiro para seis táxons descritos e ilustrados nesse artigo.

Palavras-chave: Arecaceae, biodiversidade, semiárido, taxonomia

Fungi from palms in the areas of caatinga in the Bahia. The existing mycobiota in Arecaceae was investigated between July/2012 and September /2013 in areas of Caatinga in the interior of Bahia, Brazil, in order to contribute to the expansion of knowledge on fungal biodiversity in this biome. In the 14 samples taken were obtained 38 specimens, distributed in six orders, eight families, 10 genera and 12 species. The fungus *Anthostomella palmaria* is first recorded in Brazil. *Anthostomella* aff. *leptospora* and *Gloniopsis praelonga* are new records for the state of Bahia and the palm *Syagrus coronata* is a new host for six taxa described and illustrated in this article.

Key words: Arecaceae, biodiversity, semiarid, taxonomy

Introdução

A Caatinga é um bioma encontrado unicamente no Brasil, cobrindo aproximadamente 11% do território nacional, cuja abrangência inclui os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e o norte de Minas Gerais (Prado, 2003). Esta vegetação típica, além de apresentar grande importância biológica, possui um potencial econômico ainda pouco aproveitado.

Estudos sobre a micobiofauna associada a palmeiras neste bioma são escassos (Gusmão et al., 2006). No Nordeste brasileiro, dentre os estudos micológicos envolvendo taxonomia e diversidade do filo Ascomycota associados com Arecaceae, destacam-se os trabalhos e projetos em áreas de Mata Atlântica nos estados da Bahia e de Pernambuco, revelando um número significativo de fungos (Vitória et al., 2008; 2010; 2011a,b; 2012; Vitória, 2012a,b; Vitória et al., 2014).

Pesquisas sobre a biodiversidade na Caatinga têm revelado uma biota singular. No entanto, trabalhos micológicos ainda são escassos. Dentre outras razões é relevante conhecer a diversidade de fungos associados ao licuri, palmeira de grande porte de cujos frutos se alimenta a arara-azul-de-lear, ave endêmica da Caatinga e ameaçada de extinção.

Este trabalho objetivou realizar um estudo taxonômico de fungos associados a palmeiras, especialmente *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. e *Cocos nucifera* L. Trata-se de um estudo pioneiro e relevante que contribuirá para ampliação do conhecimento sobre a diversidade de fungos no Brasil.

Material e Métodos

As coletas foram realizadas mensalmente entre julho/2012 e setembro/2013, no Povoado Juá que está inserido na Ecorregião do Raso da Catarina, município de Paulo Afonso, Bahia. As áreas de estudo foram divididas em quatro pontos 1) 09° 26' 13,0" S e 38° 25' 20,8" W, 70 m de altitude; 2) 09° 25' 59,1" S e 38° 25' 25,1" W, 372 m de altitude; 3) 09° 25' 18,8" S e 38° 25' 54,7" W, 379 m de altitude; 4) 09° 25' 15,6" S e 38° 25' 27,2" W, 425 m de altitude.

Para o levantamento da micota foram coletadas folhas vivas e folhas mortas ainda presas à planta,

serapilheira, inflorescências, frutos e pedaços de troncos de *S. coronata* (licurizeiro) e *C. nucifera* (coqueiro) apresentando estruturas reprodutivas de fungos. As amostras foram fracionadas para facilitar o manuseio e o transporte.

A análise topográfica do material coletado foi feita em microscópio estereoscópico. Fragmentos de estruturas reprodutivas encontradas foram retirados com o auxílio de uma agulha de ponta fina e montados entre lâmina e lamínula, utilizando-se lactofenol com azul de algodão, reagente de Melzer ou água.

As preparações foram observadas ao microscópio de luz (Zeiss) em diversos aumentos para caracterização das estruturas morfológicas dos fungos, as quais foram medidas com auxílio de um micrômetro ocular. As fotomicrografias foram obtidas com uma câmera fotográfica digital. A identificação do material foi realizada com o auxílio de chaves taxonômicas em literatura especializada (Francis, 1975; Hyde e Fröhlich, 2000; Hyde, 1994; Hyde, 1996; Hyde e Cannon, 1999; Lu e Hyde, 2000; Vitória et al., 2011a,b).

Os espécimes identificados foram herborizados e depositados no Herbário URM, Departamento de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco.

Resultados e Discussão

A micobiofauna que habita palmeiras em áreas de Caatinga é bastante diversificada e abriga espécies ainda não documentadas. Os resultados obtidos, discutidos e ilustrados, com base em 14 coletas realizadas apresentam importantes registros, com o relato de trinta e oito (38) espécimes, distribuídos em seis (6) ordens, oito (8) famílias, dez (10) gêneros e doze (12) espécies. Dentre estes, o fungo *Anthostomella palmaria* tem seu primeiro registro no país. *Anthostomella aff. leptospora* e *Gloniopsis praelonga* são apresentados como novos registros na Bahia.

1. *Anthostomella* aff. *leptospora* (Sacc.) S.M. Francis, Mycol. Pap. 139:24 (1975).

Figuras: 1, 13, 24, 32

Descrição: Ascomas imersos, visíveis como áreas cônicas negras na superfície do hospedeiro; em secção vertical 262-291 µm diam. × 223-301 µm de altura,

subglobosos, ostiolados centralmente, clípeo negro. Paráfises 4 μm diam., hialinas. Ascós 42,5-47,5 \times 2,5-3,0 μm , 8-esporos, monósticos, cilíndricos, unitunicados, pedicelo curto, com um anel subapical I⁺, 2-3 μm de diam. e 1,5-3,0 μm de altura. Ascósporos 6,3-7,5 \times 2,5-3,5 μm , elipsóides, marrons, parede lisa, assimétricos, com fenda germinativa longa, gutulados, bainha mucilaginosa ausente.

Nota: As características morfológicas do material estudado estão em conformidade com o gênero *Anthostomella* (Lu e Hyde, 2000). O espécime coletado foi comparado morfologicamente com espécies congenéricas e a mais próxima foi *A. leptospora* (Francis, 1975; Hyde, 1996; Lu e Hyde, 2000). No entanto, na descrição original de *A. leptospora* os ascós e ascósporos são maiores. Mesmo apresentando caracteres morfológicos similares à descrição original, há necessidade de análises moleculares para melhor caracterização desta espécie. O material coletado foi encontrado colonizando serapilheira de licurizeiro. Este é o segundo registro para o Brasil e o primeiro para a região Nordeste e para o bioma Caatinga. A palmeira *S. coronata* é um novo hospedeiro deste fungo para a ciência.

Distribuição: Austrália, Brunei, França, Inglaterra, África do Sul, Tailândia, Reino Unido, Venezuela, Zâmbia e Brasil.

Substratos: *Borassus* sp., *Cladium* sp., *Elaeis* sp., *Lepidosperma* sp., *Olyra* sp., *Phoenix* sp., *Pinanga* sp., *Sequoia* sp., e *S. coronata* (presente artigo).

Material examinado: BRASIL, BAHIA: Paulo Afonso, Povoado Juá, em raque de *S. coronata* (licuri), 11-07-2012, Santos, M. A. L., 09° 26' 13,0" S e 38° 25' 20,8" W (URM 87614).

2. *Anthostomella palmaria* B.S. Lu & K.D. Hyde, Fungal Diversity Res. Ser. 4: 141 (2000)

Figuras: 2, 14, 25, 33

Descrição: Ascoma imerso, visível como áreas cônicas, negras, dispersas na superfície do hospedeiro; em secção vertical 165-607,5 μm de diam., 135-334 μm de altura, subgloboso, ostiolado, clípeo negro. Paráfises 2-5 μm diam., hialinas. Ascós 92,5-127,5 \times 12,5-8,9 μm , 8-esporos, cilíndrico-clavados, unitunicados, com um anel subapical I⁺, 3-7,5 μm de diam. e 1,5-4 μm de altura. Ascósporos 25-28,7 \times 10-12,5 μm , elipsóides, marrom-escuros, unicelulares,

parede lisa, com fenda germinativa longa e bainha mucilaginosa não observada.

Nota: O material examinado foi identificado de acordo com Lu e Hyde (2000). A espécie estudada é morfologicamente idêntica a *A. palmaria* e foi encontrada colonizando raque de *S. coronata* em decomposição. Este é o primeiro registro para o Brasil em um novo hospedeiro para a ciência.

Distribuição: Brasil (presente artigo), Tailândia e Estados Unidos (Havaí).

Substratos: *Cocos* sp., *Licuala longicalycata* e *S. coronata* (presente artigo).

Material examinado: BRASIL. BAHIA: Paulo Afonso, Povoado Juá, em raque de *S. coronata*, 09-09-2013, Santos, M. A. L., 09° 25' 59,1" S e 38° 25' 25,1" W (URM 876115).

3. *Anthostomella* sp. Sacc., Atti Soc. Veneto-Trent. Sci. Nat., Padova, Sér. 4 4: 84 (1875)

Figuras: 3, 15, 26, 34, 35

Descrição: Ascomas imersos visíveis como pontos enegrecidos. Em secção vertical 125-397 μm de altura e 152,5-620 μm diam., subglobosos, ostiolados, clipeados. Paráfises 2-5 μm diam., hialinas. Ascós 60-97,5 \times 6,5-11,5 μm , unitunicados, 8-esporos, com um anel subapical I⁺. Ascósporos 12,5-17,5 \times 6,25-10 μm , elipsóides, unicelulares, marrons, com fenda germinativa longa, lisos. Ocionalmente com uma estrutura semelhante a uma célula anã de cor marrom.

Nota: Não foi possível identificar os espécimes examinados em nível específico, pois o material se encontra degradado. No entanto, o táxon encontrado possui características morfológicas congenéricas com *Anthostomella* Sacc. (Lu e Hyde, 2000).

Material examinado: BRASIL. BAHIA: Paulo Afonso, Povoado Juá, em bráctea de *S. coronata* (licuri), 12-05-2013, Santos, M. A. L., 09° 25' 18,8" S e 38° 25' 54,7" W (URM 87616). Paulo Afonso, em bráctea de *C. nucifera* (coqueiro), 19-05-2013, Santos, M. A. L., 09° 26' 13,0" S e 38° 25' 20,8" W (URM 87617).

4. *Camarotella acrocomiae* (Mont.) K.D. Hyde & P.F. Cannon, Mycol. Pap. 175: 51 (1999)

Figuras: 4, 27, 36

Descrição: Estromas ascígeros, anfígenos, negros, carbonáceos, subglobosos, de base aplanada,

geralmente agrupados em linha sobre as nervuras, às vezes isolados, ostiolados, facilmente destacáveis da folha; ostíolo central, plano, não estriado, revestido internamente de perífises; paredes periteciais semelhantes às de *Camarotella torrendiella*. Himênia aderido à parede do peritécio, mucoso, de cor branca à cremosa. Ascósporos $177,5-140 \times 32,5-24 \mu\text{m}$, paralelos, parafisados, translúcidos, persistentes cilíndricos a clavados, octospóricos, unitunicados, pedicelados. Ascósporos $30-27,5 \times 10-14 \mu\text{m}$, unicelulares, castanhoclaros a castanho-escuros à maturidade, dísticos, elipsóides, apresentando bainha mucilaginosa.

Nota: O material examinado apresenta características morfológicas semelhantes a *C. acrocomiae* e foram identificados de acordo com Vitória et al. (2008). O fungo *C. acrocomiae*, agente da lixa grande, causa lesões alongadas na superfície inferior do limbo dos folíolos e na raque foliar, com presença de grandes estromas arredondados, negros, geralmente dispostos na borda dos folíolos, ao lado da nervura central ou sobre ela, provocando necrose e queima severa dos folíolos.

Distribuição: Brasil, Chile, Cuba, Guiana Francesa e Paraguai.

Substratos: *Acrocomia* sp., *Astrocaryum* sp., *Attalea* sp., *Butia* sp., *Cocos* sp., *Jubaea* sp., *Roystonea* sp., *Syagrus* sp.

Material examinado: BRASIL. BAHIA: Paulo Afonso, Povoado Juá, em folíolos de *C. nucifera* (coqueiro), 17-07-2013, Santos, M. A. L., $09^{\circ} 26' 13,0''$ S e $38^{\circ} 25' 20,8''$ W (URM 87618).

5. *Camarotella torrendiella* (Batista) J.L. Bezerra & Vitória, Tropical Plant Pathology 33: 295-301 (2008)

Figuras: 5, 16, 28, 37

Descrição: Estromas ascígeros de base aplanada, geralmente epífilos, ocasionalmente hipófilos, negros, carbonáceos, subcirculares, áspersos, a princípio isolados, posteriormente confluentes, formando linhas mais ou menos paralelas de pontos negros semelhantes a verrugas, dificilmente destacáveis da folha. Ascósporos $150-90 \times 17,5-27,5 \mu\text{m}$, clavados, unitunicados, persistentes, paralelos, octospóricos, pedicelados. Ascósporos $25-27,5 \times 10-12,5 \mu\text{m}$, hialinos, monósticos a dísticos, sub-fusóides a elipsóides, gutulados, de pólos sub-agudos, envolvidos numa bainha mucilaginosa.

Nota: A espécie estudada trata-se do fungo *C. torrendiella* (Vitória et al., 2008). *Camarotella torrendiella* é um microfungo causador da lixa pequena que provoca inicialmente lesões amareladas na folha, em seguida necrose, levando a senescência precoce da mesma.

Distribuição: Alagoas, Amapá Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Pará, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro e Sergipe.

Substratos: *C. nucifera*, *Allagoptera brevicalyx*, *Bactris ferruginea* e *S. coronata* (presente artigo).

Material examinado: BRASIL. BAHIA: Paulo Afonso, Povoado Juá, em folíolos de *C. nucifera* (coqueiro), 17-07-2013, Santos, M. A. L., $09^{\circ} 26' 13,0''$ S e $38^{\circ} 25' 20,8''$ W (URM 87619). Paulo Afonso, Povoado Juá, em folíolos de *S. coronata* (licuri), 29-04-2013, Santos, M. A. L., $09^{\circ} 25' 15,6''$ S e $38^{\circ} 25' 27,2''$ W (URM 87620).

6. *Caryospora* sp. De Not., Micr. Ital. Novi 9: 7 (1855)

Figuras: 6, 17, 38

Descrição: Ascosas mamiformes, enegrecidos, carbonáceos, ostiolados, isolados a gregrários na superfície do hospedeiro; em secção transversal $607,5-707,5 \times 557,5-595 \mu\text{m}$, irrompentes, subglobosos, com papilas curtas, centrais. Paráfises 2,5–5 de largura, composto por várias camadas de células hialinas e filiformes. Ascósporos $92,5-107,5 \times 52,5-60 \mu\text{m}$, largamente elipsóides, com parede espessa, hialinos quando jovens, marrons quando maduros, 1-septo mediano espesso, bainha mucilaginosa delgada ao redor dos ascósporos.

Nota: Embora os ascos não tenham sido observados devido à degradação dos mesmos, foi possível identificar o taxa em nível de genérico, pois os ascosas e ascósporos, estão em conformidade com o gênero *Caryospora* De Not.

Material examinado: BRASIL. BAHIA: Paulo Afonso, Povoado Juá, em fruto de *S. coronata* (licuri), 29-04-2013, Santos, M. A. L., $09^{\circ} 25' 59,1''$ S e $38^{\circ} 25' 25,1''$ W (URM 87621).

7. *Endocalyx melanoxanthus* (Berk. & Broome) Petch, Ann. Bot., Lond. 22: 390 (1908)

Figuras: 7, 18, 39

Descrição: Conidiomas amarelos, em forma de taça, dispersos, na superfície do hospedeiro; em secção

vertical $227,5 \times 267,5 \mu\text{m}$. Conídios $10-16,5 \times 11,25-15 \mu\text{m}$, unicelulares, achatados, arredondados ou ovais, hialinos quando jovens, marrons quando maduros, solitários, gutulados, com fenda germinativa longa.

Nota: O material foi identificado como *E. melanoxanthus* de acordo com Vitória et al. (2011b). Espécies de *Endocalyx* colonizam serapilheira de palmeiras ou, raramente, de videiras e lírios. No Brasil, *E. melanoxanthus* foi reportado por Vitória et al. (2011b), sobre *A. intumescens* e *E. oleracea*. Nesta pesquisa, *Syagrus coronata* é documentada como um novo hospedeiro para *E. melanoxanthus*.

Distribuição: Austrália, Brasil, China, Cuba, EUA, Gana, Hong Kong, Índia, Jamaica, Japão, Malásia, Nova Zelândia, Paquistão, Papua Nova Guiné, Filipinas, Sabah, Sarawak, Seychelles, Serra Leoa, Singapura, Sri Lanka, Taiwan.

Substratos: *Acrocomia*, *Archontophoenix*, *Borassus*, *Cocos*, *Elaeis*, *Euterpe*, *Livistona*, *Oncosperma*, *Phoenix*, *Satakentia*, *Trachycarpus*, *Washingtonia*, *Shorea*, *S. coronata* (presente artigo), *Ripogonum* e *Smilax*.

Material examinado: BRASIL. BAHIA: Paulo Afonso, Povoado Juá, em raque de *S. coronata* (licuri), 09-09-2013, Santos, M. A. L., $09^{\circ} 25' 59,1'' \text{S}$ e $38^{\circ} 25' 25,1'' \text{W}$ (URM 87622).

8. Gloniopsis praelonga (Schwein.) Underw. & Earle, Bull. Alabama Agricultural Experiment Station 80: 196 (1897)

Figuras: 8, 19, 29, 40

Descrição: Ascomas histeriotecioides, alongados, negros, com fendas longitudinais, não ramificados, dispersos, carbonáceos na superfície do hospedeiro; em secção vertical $267,5-227,5 \times 330-362,5 \mu\text{m}$, irrompentes a superficiais, subglobosos. Ascósporos $81-102,5 \times 17,5-25 \mu\text{m}$, bitunicados, cilíndrico-clavados, com pseudoparáfises, filiformes, ramificados, hialinas, anastomosadas. Ascósporos $25-32,5 \times 12,5-17,5 \mu\text{m}$, muriformes, hialinos a amarelados, bainha mucilaginosa não observada.

Nota: A espécie analizada trata-se de um Ascomycota morfologicamente semelhante a *G. praelonga* (Boehm, 2011). No Brasil, *G. praelonga* foi registrada em Pernambuco associada as palmeiras *Elaeis guineenses* Jacq. (dendê) e *Mauritia flexuosa*

L. f. (buriti) por Vitória (2012), em seu trabalho de tese. Este é o primeiro registro de *G. praelonga* para o Estado da Bahia, sobre a palmeira *S. coronata* (licuri).

Distribuição: Alemanha, Austrália, Argentina, Brasil, Chile, China, Escócia, Espanha, Índia, Inglaterra, Irlanda, Itália, Lituânia, Nova Zelândia, Paquistão, Portugal, Rússia e USA.

Substratos: *Acacia*, *Arundo*, *Bambusa*, *Betula*, *Buddleja*, *Buxus*, *Castanea*, *Fagus*, *Quercus*, *Catalpa*, *Cistus*, *Combretum*, *Crataegus*, *Rubus*, *Duvaua*, *Sabal*, *Trachycarpus*, *Erica*, *Rhododendron*, *Vaccinium*, *Xolisma*, *Eucalyptus*, *Myrica*, *Myrtus*, *Francoa*, *Juniperus*, *Lavandula*, *Lonicera*, *Melia*, *Persica*, *Pinus*, *Rhamnus*, *Smilax*, *Syagrus* (presente artigo), *Ulex*, *Verbascum*, *Vitis* e *Xanthorrhoea*.

Material examinado: BRASIL. BAHIA: Paulo Afonso, Povoado Juá, em raque de *S. coronata* (licuri), 09-09-2013, Santos, M. A. L., $09^{\circ} 25' 59,1'' \text{S}$ e $38^{\circ} 25' 25,1'' \text{W}$ (URM 87623).

9. Lasiodiplodia theobromae (Pat.) Griffon & Maubl., Bull. Soc. Mycol. Fr. 25:57 (1909)

Figuras: 9, 20, 41, 42

Descrição: Conidiomas submersos, irrompentes, tornando-se superficiais; em secção vertical $385 \times 355 \mu\text{m}$. Conídios $22,5-32,5 \times 5-17,5 \mu\text{m}$, unicelulares, ovoides, hialinos quando jovens, marrons quando maduros, com presença de estrias, 1-septado, solitários.

Nota: O espécime examinado trata-se do anamorfo *L. theobromae* (Sutton, 1980). Este fungo pode ser encontrado em plantas e outros substratos como sapróbio ou parasita. Os danos causados por *L. theobromae* são variáveis em função da espécie da planta parasitada, podendo causar queima das folhas, formação de cancro em caules de espécies arbóreas, podridão dos frutos, tubérculos e raízes, morte do vegetal. Apesar de patogênico, acredita-se que a severidade do fungo está associada a fatores de estresse, como estado nutricional da planta, suprimento de água e condições físicas do solo (Paim, 2010). *Lasiodiplodia theobromae* foi encontrado colonizando raque de licurizeiro em decomposição e, embora apresente ampla distribuição, a mesma ainda não havia sido documentada em *S. coronata*. Este é o primeiro registro do hospedeiro para a ciência.

Distribuição: possui ampla distribuição entre 40°N e 40°S do equador, África do Sul, Arizona, Austrália, Bolívia, Brasil, Camarões, China, Cuba, Colômbia, Espanha, Filipinas, Honduras, Hong Kong, Índia, Ilhas Orientais, Iran, Japão, Madagascar, Malásia, México, Myanmar, Mpumalanga, Nicarágua, Nigéria, Panamá, Peru, República do Congo, República Dominicana, Seicheles, Siri-Lanca, Singapura, Taiwan, Tanzânia, Uganda, Uruguai, USA, Venezuela e Vietnam.

Substratos: Extremamente polífago, com uma gama de mais de 500 hospedeiros em regiões tropicais e temperadas (Punithalingam, 1980).

Material examinado: BRASIL. BAHIA: Paulo Afonso, Povoado Juá, em raque de *S. coronata* (licuri), 15-02-2013, Santos, M. A. L., 09° 25' 59,1" S e 38° 25' 25,1" W (URM 87624).

10. *Leptosphaeria* sp. Ces. & De Not., Comm. Soc. crittog. Ital. 1(4): 234 (1863)

Figuras: 10, 21, 30, 43

Descrição: Ascomas gregários, negros carbonáceos, cônicos, ostiolados, com papila curta, superficiais, na superfície do hospedeiro; em secção vertical 292,5-367,5 × 305-360 µm. Ascósporos 100-108,75 × 11,25-15 µm, bitunicados, cilindráceos, 8-esporos; pseudoparáfises 3,75-5 µm, hialinas, filiformes, anastomosadas. Ascósporos 22,5-27,5 × 8,75-12,5 µm, hialinos quando jovens, marrom-claros quando maduros, 1-3 septos transversalmente, fusiformes, gutulados, bainha mucilaginosa não observada.

Nota: Não foi possível identificar o material examinado em nível específico, pois existem 1.656 espécies de *Leptosphaeria* relacionadas sobre um amplo número de hospedeiros (Index Fungorum, 2014). No entanto, o espécime estudado apresenta características morfológicas congenéricas com *Leptosphaeria* Ces. & De Not. Para conhecer melhor o táxon estudado e relacioná-lo com os descritos na literatura são necessários estudos moleculares.

Material examinado: BRASIL. BAHIA: Paulo Afonso, Povoado juá, em fruto de *S. coronata* (licuri), 29-04-2013, Santos, M. A. L., 09° 25' 59,1" S e 38° 25' 25,1" W (URM 87625).

11. *Oxydothis* sp. Penz. & Sacc., Malpighia 11(11-12): 505 (1898) [1897] **Figuras:** 11, 22, 31, 44

Descrição: Ascomas imersos, como pontos enegrecidos, papilados, na superfície do hospedeiro, secção vertical 190-305 × 252,5-335 µm, lenticulares, ostiolados, perifisados. Ascósporos 152,5-202,5 × 12,5-17,5 µm, unitunicados, 8-esporos, pedicelados, parafisados, com um anel subapical I⁺, 2,5-3,75 × 6,25-7,5 µm. Ascósporos 105-122,5 × 5-7,5 µm, filiforme-fusóides, 1-septados, hialinos, bainha mucilaginosa ou apêndices não observados.

Nota: No Index Fungorum (2014) são relacionados 77 táxons de *Oxydothis* Penz. & Sacc. O material analisado foi identificado de acordo com a chave fornecida por Hyde (1994). Não foi possível identificar em nível específico. No entanto, a amostra examinada trata-se de *Oxydothis* em virtude de suas características morfológicas. Na literatura, é comum o registro desse gênero em espécies de Arecaceae. No entanto, o mesmo ainda não havia sido encontrado colonizando *S. coronata* (licuri). Este é o primeiro registro de *Oxydothis* nesta palmeira.

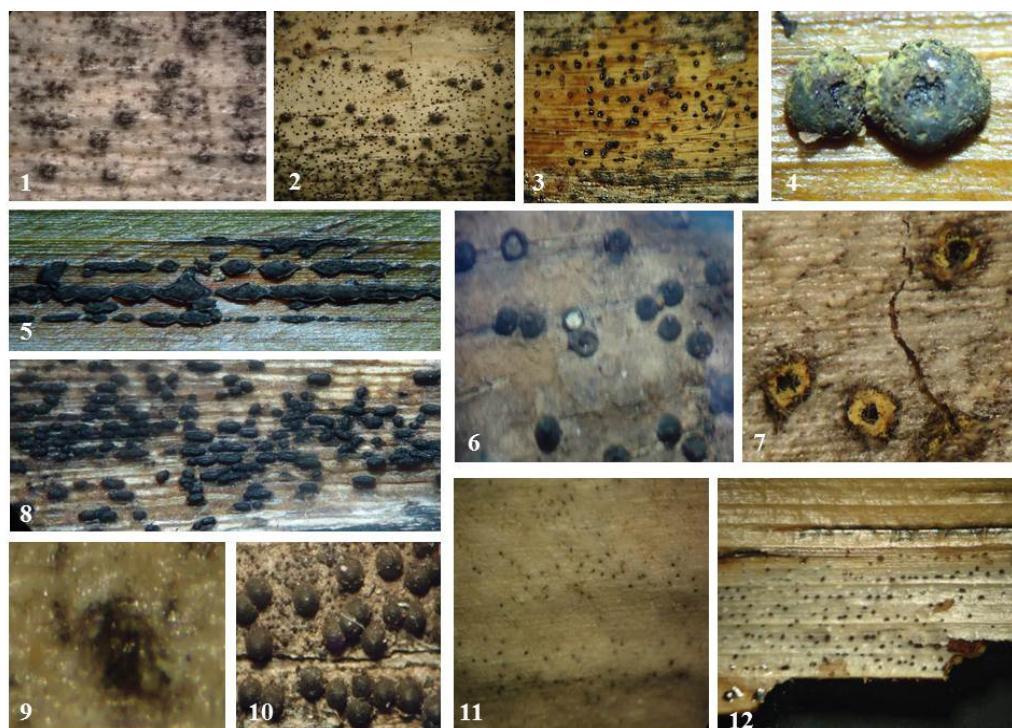
Material examinado: BRASIL. BAHIA: Paulo Afonso, Povoado juá, em raque de *S. coronata* (licuri), 16-02-2013, Santos, M. A. L., 09° 25' 15,6" S e 38° 25' 27,2" W (URM 87626).

12. *Pestalotiopsis* sp. Steyaert, Bull. Jard. bot. État Brux. 19: 300 (1949)

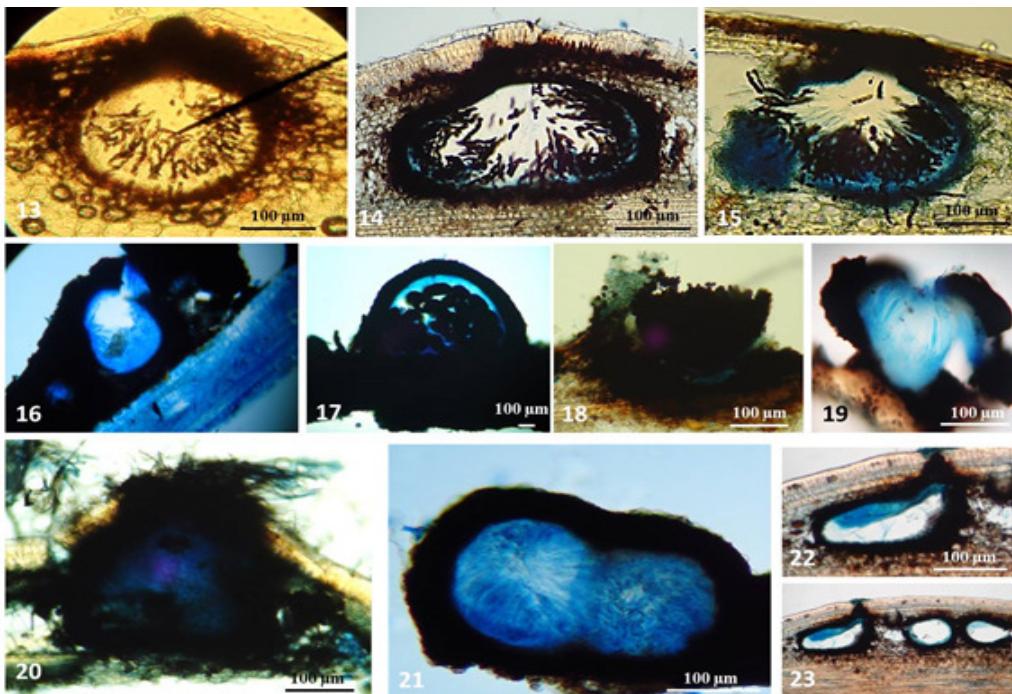
Figuras: 12, 23, 45, 46

Descrição: Conidiomas negros, solitários, dispersos na superfície do hospedeiro. Conídios 17,5-20 × 7,5 µm, claviformes, marrom-claros, com 4-septos, levemente constrictos. Com 2-3 apêndices apicais 6-7,5 µm de comprimento.

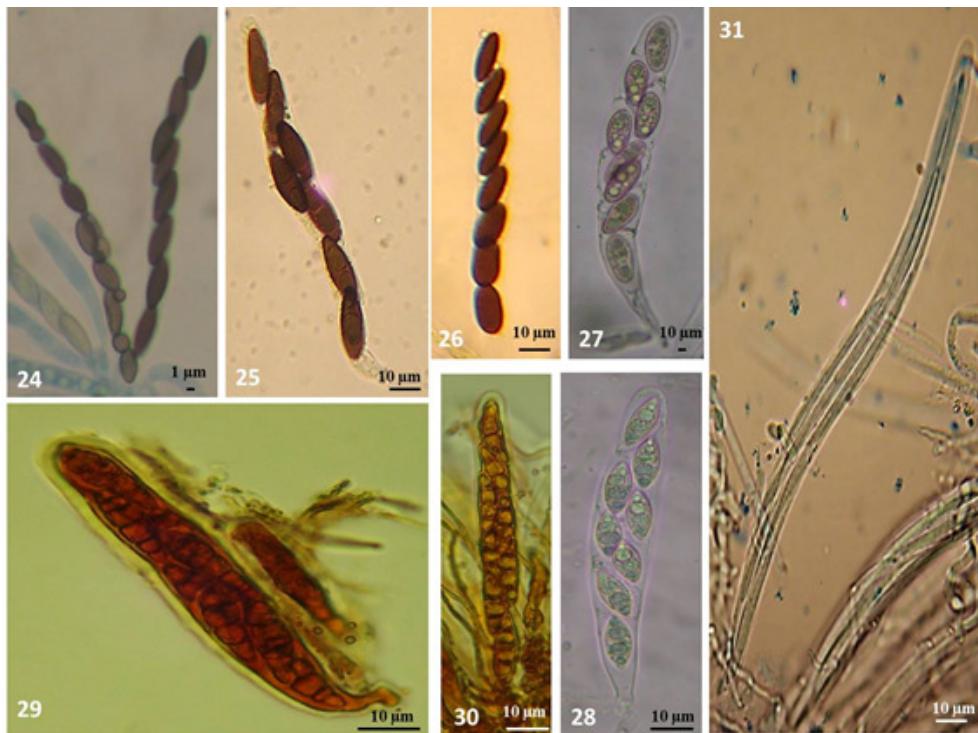
Nota: O material examinado é *Pestalotiopsis* sp., existem 254 espécies relacionadas (Index Fungorum, 2014). Segundo Jeewon et al. (2004), os fungos do gênero *Pestalotiopsis* são vastamente distribuídos, ocorre em solos, ramos, sementes, frutos e folhas, podendo ser parasitas, endofíticos ou sabróbios. Esse fungo desenvolve-se sobre as folhas das palmeiras e causam manchas que provocam a seca das mesmas e afeta toda a planta, especialmente as mais jovens. Os esporos, quando em grande quantidade sobre as folhas, mostram uma espécie de fuligem preta, correspondente às frutificações fúngicas. Em outras plantas, espécies



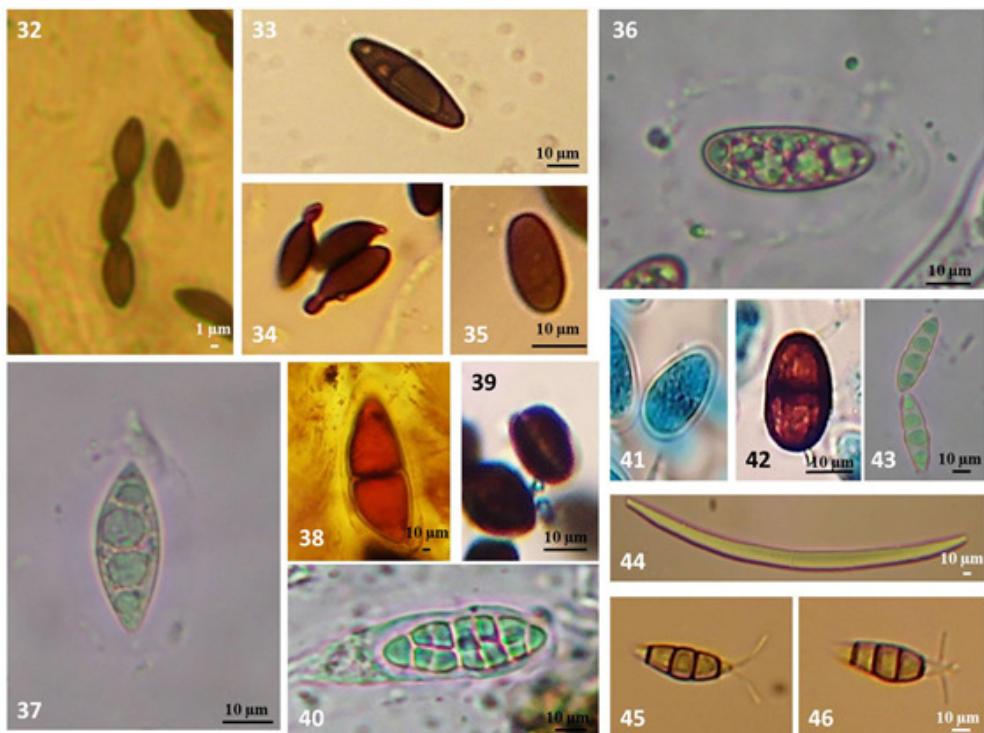
Figuras 1-12. Aspectos dos ascosas no substrato: 1 – *Anthostomella aff. leptospora*. 2 – *Anthostomella palmaria*. 3 – *Anthostomella* sp. 4 – *Camarotella acrocomiae*. 5 – *Camarotella torrendiella*. 6 – *Caryospora* sp. 7 – *Endocalyx melanoxanthus*. 8 – *Gloniopsis praelonga*. 9 – *Lasiodiplodia theobromae*. 10 – *Leptosphaeria* sp. 11 – *Oxydothis* sp. 12 – *Pestalotiopsis* sp.



Figuras 13-23. Secção vertical dos ascosas: 13 – *Anthostomella aff. leptospora*. 14 – *Anthostomella palmaria*. 15 – *Anthostomella* sp. 16 – *Camarotella torrendiella*. 17 – *Caryospora* sp. 18 – *Endocalyx melanoxanthus*. 19 – *Gloniopsis praelonga*. 20 – *Lasiodiplodia theobromae*. 21 – *Leptosphaeria* sp. 22-23 – *Oxydothis* sp.



Figuras 24-31. Morfologia dos ascos: 24 – *A. leptospora*. 25 – *A. palmaria*. 26 – *Anthostomella* sp. 27 – *C. acrocomiae*. 28 – *C. torrendiella*. 29 – *G. praelonga*. 30 – *Leptosphaeria* sp. 31 – *Oxydothis* sp.



Figuras 32-46. Morfologia dos ascósporos: 32 – *A. leptospora*. 33 – *A. palmaria*. 34 – 35 – *Anthostomella* sp. 36 – *C. acrocomiae*. 37 – *C. torrendiella*. 38 – *Caryospora* sp. 39 – *Endocalyx melanoxanthus*. 40 – *G. praelonga*. 41 – 42 – *L. theobromae*. 43 – *Leptosphaeria* sp. 44 – *Oxydothis* sp. 45 – 46 – *Pestalotiopsis* sp.

deste gênero pode causar queda das folhas, cancro, queima, lesões necróticas e a morte da planta. *Pestalotiopsis* já foi registrado em *cocos nucifera* L. (coqueiro) na Paraíba (Embrapa, 2014) e na Bahia por Kruschewsky (2010).

Material examinado: BRASIL. BAHIA: Paulo Afonso, Povoado Juá, em folíolo de *C. nucifera* (coqueiro), 25-08-2013, Santos, M. A. L., 09° 26' 13,0" S e 38° 25' 20,8" W (URM 87627).

Conclusão

Foram obtidos 38 espécimes, distribuídos em seis ordens, oito famílias, 10 gêneros e 12 espécies. O fungo *Anthostomella palmaria* é registrado pela primeira vez para o Brasil. *Anthostomella aff. leptospora* e *Gloniopsis praelonga* são novos registros para o Estado da Bahia e a palmeira *Syagrus coronata* representa um novo hospedeiro para seis táxons descritos e ilustrados nesse artigo.

Agradecimentos

Ao senhor Militão Teixeira dos Santos Neto, pela ajuda durante as coletas; a Universidade do Estado da Bahia (UNEB), pela concessão da bolsa de projeto de extensão e por disponibilizar os Laboratórios de Ciências e Biologia Vegetal para a realização de todo o trabalho.

Literatura Citada

- BOEHM, E. W. A. 2011. The genus *Gloniopsis* De Notaris. Disponível em: <<http://eboehm.com/gloniopsis.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2014.
- EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLÓGICOS. 2014. Disponível em : <<http://pragawall.cenargen.embrapa.br/aiqweb/michhtml/fgbanco01.asp>>. Acesso em: 30 jun. 2014.
- FRANCIS, S. M. 1975. *Anthostomella* Sacc. (Part I). Mycological Papers 139:1-97.
- GUSMÃO, L. F. P.; MARQUES, M. F. O. 2006. Diversidade de fungos no Semi-árido Brasileiro. In: Queiroz, L. P.; Rapini, A.; Giulietti, A. M. Rumo ao amplo conhecimento da biodiversidade do semi-árido brasileiro. Brasília, DF, MCTI. pp.83-86.
- HYDE, K. D. 1994. Fungi from palms. XIII. The genus *Oxydothis*, a revision. Sydowia 46:265-314.
- HYDE, K. D. 1996. Fungi from palms. XXVI. The genus *Anthostomella*, with ten new species. Nova Hedwigia 62: 273-340.
- HYDE, K. D.; CANNON, P. F. 1999. Fungi causing tar spots on palms. Mycological Papers 175:1-114.
- HYDE, K.D.; FRÖHLICH, J. 2000. Ascomycetes associated with palms. In: Bhat, D. J., Raghukumar, S. eds. Ecology of fungi. Goa, India, Goa University. pp.109-114.
- INDEX FUNGORUM. Disponível em: <<http://www.indexfungorum.org>>. Acesso em: 12 mai. 2014.
- JEEWON, R.; LIEW, E. C. Y.; HYDE K. D. 2004. Phylogenetic evaluation of species nomenclature of *Pestalotiopsis* in relation to host association. Fungal Diversity 17:39-55.
- KRUSCHEWSKY, M. C. 2010. Taxonomia e ecologia do gênero *Pestalotiopsis* no Brasil, com ênfase para a Mata Atlântica do Sul da Bahia. Dissertação Mestrado. Ilhéus, BA, Universidade Estadual de Santa Cruz. 63p.
- LU, B. S.; HYDE, K. D. 2000. A World Monograph of *Anthostomella*. Fungal Diversity Research Series 4. Hong Kong, Fungal Diversity Press. 250p.
- PAIM, E. C. A. 2010. Etiologia do declínio de mangostaneiros no Sul da Bahia. Dissertação do Mestrado. Ilhéus, BA, Universidade Estadual de Santa Cruz. 78p.
- PRADO, D. E. 2003. As caatingas da América do Sul. In: Leal, I. R.; Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. eds. Ecologia e conservação da caatinga. Recife, PE, Universidade Federal de Pernambuco. pp. 3-73.
- PUNITHALINGAM, E. 1980. Plant diseases attributed to *Botryodiplodia theobromae*. Vaduz, Pat. J. Cramer.123p.
- SUTTON, B. C. 1980. The Coelomycetes. Kew, U.K., Commonwealth Mycological Institute. 696p.

- VITÓRIA, N. S. et al. 2008. *Camaroetella torrendiella* comb. nov. e *C. acrocomiae*: agentes etiológicos das lixas do coqueiro. Tropical Plant Pathology 33(4):295-301.
- VITÓRIA, N. S.; BEZERRA, J. L.; GRAMACHO, K. P. 2010. A simplified DNA extraction method for PCR analysis of *Camarotella* spp. Brazilian Archives of Biology and Technology 53(2):249-252.
- VITÓRIA, N. S. et al. 2011a. *Arecomyces* new to Brazil, including *A. attaleae* sp. nov. Cryptogamie Mycologie 32:103-108.
- VITÓRIA, N. S. et al. 2011b. *Endocalyx melanoxanthus* var. *melanoxanthus* (Ascomycota): a new to Brazil and three new hosts. Mycotaxon 117:109-113.
- VITÓRIA, N. S. 2012. Diversidade de Ascomycota em palmeiras nativas e exóticas em áreas de Mata Atlântica. Tese Doutorado. Recife, PE, Universidade Federal de Pernambuco. 221p.
- VITÓRIA, N. S.; CAVALCANTI, M. A. Q.; BEZERRA, J. L. 2012a. *Lasiodiplodia theobromae*: a new host and a revision of plant hosts reported in Brazil. Agrotrópica (Brasil) 24(1):63-66.
- VITÓRIA, N. S. et al. 2012b. *Brunneiapios porabrasiliensis* sp. nov. (Clypeosphaeriaceae) on palms from Brazil. Nova Hedwigia 94:245-250.
- VITÓRIA, N. S. et al. 2014. Ascomycota em palmeiras: novos registros e novos hospedeiros para o Nordeste brasileiro. Agrotrópica (Brasil) 26 (1):35-42.



INFLUÊNCIA DE BIOFERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DA ALFACE E EM PROPRIEDADES QUÍMICAS DE UM ARGISSOLO

Bruno dos Passos Assis¹, Daniel Passos Assis², Eduardo Gross¹

¹UESC - Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais - Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, Salobrinho, 45650-000, Ilhéus, Bahia, Brasil. brunodospassos@yahoo.com.br; egross@uesc.br.

²Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Campus de Cruz das Almas. Rua Rui Barbosa, 710, Centro, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. eng.agrodaniel@gmail.com.

Com objetivo de avaliar o efeito de dois biofertilizantes no crescimento e na produção da alface, um experimento foi realizado em casa de vegetação no período de agosto a dezembro de 2009. O experimento foi estruturado em um esquema fatorial 2 x 5, representados por dois tipos de biofertilizantes, B-60 (30% de torta de pinhão manso, 5% de glicerina, 15% de esterco e 50% de água) e B-90 (40% de torta de pinhão manso, 5% de glicerina, 5% de esterco e 50% de água) aplicados em cinco doses (0; 75; 150; 225 e 300 mL vaso⁻¹). Os resultados permitiram concluir que a aplicação dos biofertilizantes proporcionou melhorias em propriedades químicas do solo e aumento significativo em todos os parâmetros fitotécnicos da alface analisados (número de folhas, área foliar, massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca da parte aérea). A dose que proporcionou maiores níveis de produtividade para ambos os biofertilizantes foi a de 150 mL vaso⁻¹, sendo o B-60 superior ao B-90.

Palavras-chave: Fertilizante orgânico, biodiesel, *Lactuca sativa* L., glicerina.

Influence of biofertilizer on the lettuce and the chemical properties of an ultisol.

To evaluate the effect of two biofertilizers on growth and yield of lettuce, an experiment was conducted in a greenhouse during the period August to December 2009. The experimental design was a factorial 2 x 5 scheme, represented by two types of biofertilizers, B - 60 (30 % jatropha residue , 5 % glycerol , 15 % manure and 50 % water) and B - 90 (40 % jatropha residue , 5 % glycerol , 5 % manure and 50 % water) applied in five doses (0, 75 , 150, 225 and 300 mL pot⁻¹). The results showed that the application of biofertilizers provided improvements in soil chemical properties and a significant increase in all agronomic parameters analyzed from lettuce (number of leaves, leaf area, fresh weight of shoot, root fresh mass and shoot dry mass). The dose that resulted in higher levels of productivity for both biofertilizers was 150 mL pot⁻¹, and the B-60 was superior than B-90.

key words: Organic fertilizer, biodiesel, *Lactuca sativa* L., glycerin.

Introdução

A urgência em promover estilos diferentes para a agricultura surge da necessidade de encontrar maneiras de direcionar o desenvolvimento agrícola e rural para formas mais sustentáveis, capazes de proporcionar ganho econômico, manter ou melhorar a fertilidade do solo e conservar os recursos naturais. No Brasil, desde janeiro de 2010, a todo óleo diesel consumido é adicionado cinco por cento, em volume, de biodiesel de acordo com a Resolução nº 6/2009 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE, 2009). A produção de biodiesel saltou de 69 milhões de litros em 2006 para 2,4 bilhões em 2010 (ANP, 2012), esse resultado demonstra a evolução da capacidade de produção deste biocombustível no Brasil. Para ambientalistas, pesquisadores e usinas produtoras, a destinação adequada da glicerina que representa 10% do total de biodiesel produzido, ou seja, 240 milhões de litros e da biomassa utilizada para extração do óleo utilizado no processo de transesterificação são os principais problemas para a destinação adequada destes co-produtos (Knothe et al., 2006).

Buscando o aproveitamento eficiente e a destinação ecologicamente correta destes produtos, uma opção para o tratamento da glicerina e das diversas tortas oriundas do esmagamento de sementes para a produção do biodiesel é a sua biodegradação em biodigestores, visando a redução do poder poluente e riscos sanitários destes dejetos ao mínimo, tendo, ao mesmo tempo, como co-produtos desse processo a produção de biofertilizante que pode ser utilizado na agricultura como adubo orgânico rico em nutrientes de fácil assimilação.

Diversos pesquisadores recomendam a degradação de materiais orgânicos em biodigestores (Kupper et al., 2006; Santos e Akiba, 1996; Garfí et al., 2012), que são estruturas hermeticamente fechadas onde são adicionados resíduos orgânicos de origem animal e/ou vegetal e minerais (esterco, tortas, glicerina, micronutrientes, água, entre outros), encontrando em seu conteúdo células vivas ou latentes de microrganismos de metabolismo aeróbico, anaeróbico e de fermentação (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos), além de metabólitos e quelatos organominerais desses microrganismos, destacando sua alta atividade microbiana e bioativa (Medeiros e

Lopes, 2006), nutrindo a planta, interferindo no metabolismo vegetal e na ciclagem de nutrientes do solo. Devido à sua composição rica em carbono de fácil degradação, a glicerina possui propriedades favoráveis à co-digestão anaeróbica em biodigestores, aproveitando resíduos orgânicos disponíveis regionalmente (Robra, 2006), o uso de compostos orgânicos ricos em nitrogênio facilita ainda mais essa degradação (Fountoulakis et al., 2010).

Dentre as hortaliças que podem ser beneficiadas pelo uso de biofertilizante como fonte de nutrientes encontra-se a alface (*Lactuca sativa L.*). Essa hortaliça pertence à família Asteraceae e é originária do leste do mediterrâneo, sendo mundialmente cultivada para o consumo em saladas, com inúmeras variedades de folhas, cores, formas, tamanhos e texturas. No Brasil é a folhosa mais cultivada e consumida. Segundo a FAO (2012), foram produzidos no mundo 17,28 milhões de toneladas de alface, em uma área de 791.144 ha em 2000. De acordo com o IBGE (2006), a produção nacional de alface é de aproximadamente 312.000 toneladas/ano. Apenas no estado de São Paulo ocupa uma área de 7859 ha, com uma produtividade de 137.000 toneladas/ano, gerando mais de 6.000 empregos (Ceasa-Campinas, 2002).

Além de possuir sabor agradável e refrescante, a alface é rica em sais minerais, vitaminas e ainda apresenta efeito calmante, diurético e laxante. Originalmente esta é uma cultura de outono-inverno, porém, no mercado existem materiais genéticos com uma ampla adaptabilidade às condições climáticas diversas, assim favorecendo o plantio e a colheita de produtos de boa qualidade o ano todo. Seu cultivo é feito de maneira intensiva e muito praticado pela agricultura familiar, é uma planta muito delicada e com sistema radicular bastante superficial que exige uma adubação correta e equilibrada. Entre os nutrientes, o nitrogênio e o potássio são os mais exigidos e os mais utilizados durante o ciclo de desenvolvimento.

As hortaliças produzidas de maneira agroecológica possuem preço diferenciado de comercialização quando comparadas as produzidas de maneira convencional (FAO, 2016). Nesse contexto, a obtenção de parâmetros quanto aos efeitos de melhoria físicas, químicas e biológicas do uso dos biofertilizantes, bem como a recomendação de adubação pode ser de grande importância para a difusão desta técnica.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito de dois biofertilizantes produzidos de maneira anaeróbica, utilizando co-produtos do processo de transesterificação do biodiesel, na melhoria das propriedades químicas do solo e desenvolvimento da cultura da alface.

Material e Métodos

Amostragem de solo e análise

O solo utilizado foi um Argissolo Amarelo Distrófico típico (Araujo et al., 2004), coletado na Estação Experimental do Almada, localizada no município de Ilhéus, Bahia. Uma amostra do horizonte A deste solo foi retirada em área de pastagem de *Brachiaria humidicola* e enviado para prévia análise química em laboratório para determinação das suas propriedades químicas. Os tratamentos foram estruturados em esquema fatorial 2 x 5, sendo dois tipos de biofertilizantes B-60 (30% de torta de pinhão manso, 5% de glicerina, 15% de esterco e 50% de água) e B-90 (40% de torta de pinhão manso, 5% de glicerina, 5% de esterco e 50% de água) e cinco doses de biofertilizante (0; 75; 150; 225; 300 mL vaso⁻¹). Os tratamentos foram dispostos em um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições.

Reação de transesterificação

A torta de pinhão manso utilizada na preparação do biofertilizante foi originada após o esmagamento de sua semente para a extração do óleo que foi utilizado

no processo de transesterificação. Esta reação é a junção de um éster (óleo vegetal ou animal), mais um álcool (metanol, etanol, propanol, butanol) e um catalisador (ácido, básico ou enzimático), para a produção do biodiesel. Após a reação obtém-se a glicerina como co-produto. Neste experimento a glicerina utilizada foi obtida através da transesterificação alcalina, utilizando metóxido de sódio como catalisador da reação. O esterco adicionado a torta atuou como inóculo de micro-organismos para o processo de biodigestão da matéria orgânica, além de atuar como acelerador do processo de fermentação.

Preparo e análise química do biofertilizante

Para a produção do biofertilizante foram construídos dois sistemas de biodigestão anaeróbica em escala de laboratório, sendo constituídos por biodigestores de 5L de volume total (vasilhames de plástico transparente de 18 x 18 x 20 cm), um reservatório para o biogás e um reservatório de líquido de vedação (Figura 1A). Os reatores foram mantidos dentro de uma caixa de isopor (82 x 56 x 44 cm) em banho-maria, submersos em água até o nível do substrato (Figura 1B). Uma resistência elétrica acoplada a um termostato de aquário foi utilizada para manter a temperatura da água entre 35°C e 37°C. Para garantir a melhor distribuição do calor dentro da água contida na caixa de isopor foi utilizada uma bomba de aquário para circulação da água (Robra, 2006). Os reatores foram desenhados conforme o sistema UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) adaptados para tal finalidade com base no trabalho de Wilkie et al. (2004).



Figura 1. A. Representação esquemática do biodigestor (Adaptado de Robra, 2006). B. Biodigestor em escala laboratorial do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da UESC.

Análises químicas de cada um dos biofertilizantes foi realizada em uma amostra coletada após 28 dias de fermentação. Cada amostra foi coletada e armazenada individualmente em garrafas PET estéreis, e transportadas em caixa de isopor para laboratório onde foi caracterizado quimicamente (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas e condutividade elétrica dos biofertilizantes, B-60 e B-90, produzidos na UESC em biodigestor anaeróbico de escala laboratorial

Atributo	Biofertilizante	
	B - 60	B - 90
pH em H ₂ O	7,80	7,90
N (g L ⁻¹)	0,30	0,36
P ₂ O ₅ (g L ⁻¹)	0,03	0,03
K ₂ O (g L ⁻¹)	0,23	0,25
Ca (g L ⁻¹)	0,05	0,04
Mg (g L ⁻¹)	0,02	0,01
C (g L ⁻¹)	7,80	7,90
MO ¹ (g L ⁻¹)	13,40	13,60
D (g mL ⁻¹)	1,03	1,05
C/N	41,50	34,60
Fe (mg L ⁻¹)	28	25
Zn (mg L ⁻¹)	4	5
Cu (mg L ⁻¹)	1	1
Mn (mg L ⁻¹)	3	3
CE ² (mS)	10,9	10,3

¹MO= matéria orgânica; ²CE= condutividade elétrica. Metodologia preconizada pelo Ministério da Agricultura (EMBRAPA, 1997).

Instalação e manutenção do experimento

Após a obtenção e caracterização dos biofertilizantes, efetuou-se um bioensaio em casa de vegetação para avaliar a qualidade do mesmo, utilizando a alface como planta teste. Vasos de 0,5 dm⁻³ de capacidade e sem furos foram completados com a amostra do Argissolo e uma adubação fosfatada com fosfato natural de Irecê, na proporção de 20 g dm⁻³, ou seja, 10 g planta⁻¹ vaso⁻¹, com 28 dias de antecedência à semeadura.

Efetuou-se a semeadura no dia 08/09/2009, utilizando cinco sementes de alface tipo crespa cultivar Vera por vaso. Imediatamente após a semeadura foi realizada a primeira adição do biofertilizante, sendo este aplicado diretamente no solo, após 10 dias da semeadura foi efetuado o primeiro desbaste, deixando 2 plantas por vaso e após 15 dias o segundo, deixando

apenas 1 planta por vaso. O biofertilizante foi aplicado sempre ao final da tarde, com intervalo de adubação de 10 dias, totalizando as doses de 0, 75, 150, 225 e 300 mL vaso⁻¹.

Para estipular as doses dos biofertilizantes e seus respectivos dias de aplicação, utilizou-se a marcha de absorção e necessidade de nutrientes pela cultivar da alface segundo Fernandes et al. (1981) e Garcia et al. (1982), visando assim, saber a extração e necessidade totais de macro e micronutrientes durante seus dias de cultivo. Sendo a produção da alface constituída basicamente de folhas, todos os cálculos para adubação foram realizados tomando como base a necessidade da cultura ao requerimento do nitrogênio. Este nutriente requer um manejo especial quanto à adubação, pelo fato da cultura absorver cerca de 80% do total extraído nas últimas semanas de cultivo e por ser muito lixiviável (Katayama, 1993).

Após completar seu ciclo, totalizando 90 dias, foram avaliados os seguintes parâmetros fitotécnicos da alface: número de folhas (NF), feita por contagem manual direta partindo-se das folhas basais até a última folha aberta; área foliar (AF), com o auxílio de medidor de área foliar de bancada; massa fresca da parte aérea (MFA), cortou-se as plantas rentes ao solo na parte de encontro do caule com a raiz, retirando folhas amareladas e secas, pesadas somente a parte comercial com o auxílio de uma balança eletrônica de precisão; massa fresca de raízes (MFR), após a retirada da parte aérea as raízes foram separadas com cuidado do solo, lavadas em água corrente para retirar todo o solo retido, enxugadas em papel toalha, e a determinação da massa foi realizada com o auxílio de uma balança eletrônica de precisão; massa seca da parte aérea (MSA), obtida após secagem em estufa a 65 °C por 24 horas.

Ao término do experimento, foi feita uma nova análise química do solo para efetuar uma comparação entre os valores da fertilidade do solo inicial e final e avaliar a influência da aplicação do biofertilizante. Foram retiradas amostras simples dos solos submetidos ao bifertilizante B-60 e B-90 (12 de cada) que foram reunidas e homogeneizadas em amostras compostas, devidamente identificadas, encaminhadas para sua caracterização química. Os métodos usados para a determinação das características químicas do solo foram: pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹; matéria orgânica por colorimetria; P, K, Ca, Mg por resina de troca

iônica; S - SO_4^{2-} por turbidimetria (com BaCl_2); Fe, Mn, Cu, Zn extração com DTPA (determinação por absorção atômica); B - $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ por microondas; H+Al: pH SMP; Al trocável: titulometria (1 mol L^{-1}).

Os dados fitotécnicos da alface foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para verificação de sua significância, e posterior análise de regressão. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando Statistica 8.0 (StatSoft Inc., Tusla, OK, USA).

Resultados e Discussão

A aplicação do biofertilizante proporcionou modificação nos valores dos nutrientes disponíveis analisados, quando comparou-se a fertilidade ao final do experimento em relação a do solo inicial (Tabela 2). Houve melhoria nos teores de Ca e Mg, e redução na concentração de Al chegando a níveis de neutralização, quando se compara a análise do solo antes da aplicação dos biofertilizantes B-60 e o B-90. O aumento na soma de bases (SB) foi devido a elevação da disponibilidade

Tabela 2. Resultado da análise química do Argissolo Amarelo Distrófico típico cultivado com alface e com a aplicação de 150 mL vaso⁻¹ dos biofertilizantes B-60 e B90

Atributo	Solo Inicial	Dose mL	
		B - 60	B - 90
pH em H_2O	4,36	5,6	5,6
P (mg dm ⁻³) ¹	0,8	84	80
K ⁺ (mg dm ⁻³) ¹	12	88,05	85,96
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ¹	0,34	2,6	2,7
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ¹	0,22	0,7	0,6
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) ²	0,86	0,1	0,1
H+Al (cmol _c dm ⁻³) ²	6	5,1	5,9
M.O. (g dm ⁻³)	25,6	27,3	26,6
Fe (mg dm ⁻³)	55,8	40	45
Zn (mg dm ⁻³)	0,32	5,8	5,8
Cu (mg dm ⁻³)	0,64	0,8	0,9
Mn (mg dm ⁻³)	8,5	44	46
B (mg dm ⁻³)	0,06	0,16	0,27
Na (mg dm ⁻³)	0	69	64,4
SB (cmol _c dm ⁻³) ³	0,87	5,56	5,5
CTC (cmol _c dm ⁻³) ⁴	6,87	10,66	11,4
V %	12,66	52,16	58,24

¹Elementos químicos determinados por Resina de Troca Iônica (P, K, Ca e Mg); ²Acidez potencial = H + Al; ³SB = soma de bases; ⁴CTC = capacidade de troca catiônica; ⁵V = saturação de bases.

de K, Ca e Mg. O aumento do pH não diminuiu a presença dos micronutrientes Zn, Cu, Mn e B na solução do solo (Tabela 2).

Segundo Barrera (2003), o pH dos biofertilizantes é levemente alcalino, fator este que contribui para a redução da acidez do solo e aumento da produtividade das culturas. Esta afirmação, confirmada neste experimento, evidenciou que após aplicação do biofertilizante o pH do solo antes ácido (4,6), foi para níveis considerados ideais para a agricultura (5,6), faixa onde a maioria dos nutrientes é disponibilizado para a planta (Souza et al., 2007) (Tabela 2). Galbiatti et al. (1996) afirmam que o solo pode ter sua acidez reduzida e ser enriquecido quimicamente com a utilização continuada de biofertilizante. Essa ação se deve à capacidade do biofertilizante reter bases, pela formação de complexos orgânicos e pelo desenvolvimento de cargas negativas.

Devido à grande variedade de fórmulas, modos de preparo e formas de utilização de biofertilizantes, estabelecer comparações entre suas propriedades químicas é muito complexo. A concentração de nutrientes presentes nos biofertilizantes utilizados neste estudo encontra-se em níveis semelhantes aos encontrados em outros trabalhos produzidos de maneiras semelhantes (Fernandes et al., 2006; Villela Junior et al., 2003).

A solução de metóxido de sódio em metanol é o catalisador mais utilizado para a produção de Biodiesel (Vicente et al., 2004), porém, a glicerina obtida desta reação possui um teor elevado de sódio imobilizado. A utilização da glicerina bruta como matéria-prima para produção do biofertilizante possivelmente proporcionou aumento nos teores de sódio (Na) do solo (Tabela 2), devido a frequente aplicação do B-60 e B-90. A concentração de sais solúveis ou salinidade é um fator limitante ao desenvolvimento de algumas culturas (Lacerda et al., 2011), o que influencia negativamente quando se pensa na utilização destes biofertilizantes como fertilizantes agrícolas. Sabe-se, entretanto, que a indústria pode utilizar outros catalisadores no processo de transesterificação como o hidróxido de potássio (Vicente et al., 2004), esta glicerina passaria a ter um teor elevado de Potássio, disponibilizando este nutriente para as culturas, esta seria uma alternativa mais viável quando se quer utilizar este co-produto para a obtenção de um adubo orgânico como produto final.

Pesquisas revelam que não há uma condutividade elétrica CE ideal para o cultivo da alface, entretanto, esta deve estar abaixo de 2,5 mS para garantir uma boa produtividade (Barbieri et al., 2010). Os valores de CE encontrados no biofertilizante estão em conformidade com Devide et al. (2000) e Marrocos (2011). Segundo Silva et al. (2011), os efeitos da salinidade são menos expressivos na presença de biofertilizante e sua aplicação aumenta os totais extraídos de K, P e Ca.

Houve um efeito nutricional positivo do uso do biofertilizante na produtividade da alface, sendo que a aplicação tanto do B-60 como do B-90 proporcionou aumento em todos os parâmetros fitotécnicos analisados (NF; AF; MFA; MFR e MSA) até a dose de 150 mL vaso⁻¹ quando comparado a testemunha que não foi aplicado o biofertilizante como adubação (Figura 2). Acima deste valor houve uma resposta

inversa, quanto maior a dose do biofertilizante menor a produtividade da alface, chegando à dose mais elevada a se igualar as respostas da dose zero. Segundo Chiconato et al. (2013), apesar das doses de biofertilizante não terem correspondência exata com a recomendação da adubação, o desenvolvimento da planta pode ser explicado pelo fato de que a adubação orgânica libera de forma gradual os nutrientes, suprindo as exigências da planta e proporcionando uma nutrição adequada.

Quando se analisa a curva da regressão, pode-se afirmar que a melhor dose de biofertilizante para todos os parâmetros fitotécnicos analisados (NF; AF; MFA; MFR e MSA) é de 150 mL vaso⁻¹, e quanto mais se aumenta a dose do biofertilizante acima deste volume, menor será a produção da alface (Figura 2A; 2B; 2C; 2D e 2E). Os dados concordam com Plucinski et al. (2009) que afirma ao utilizar-se de biofertilizantes, o

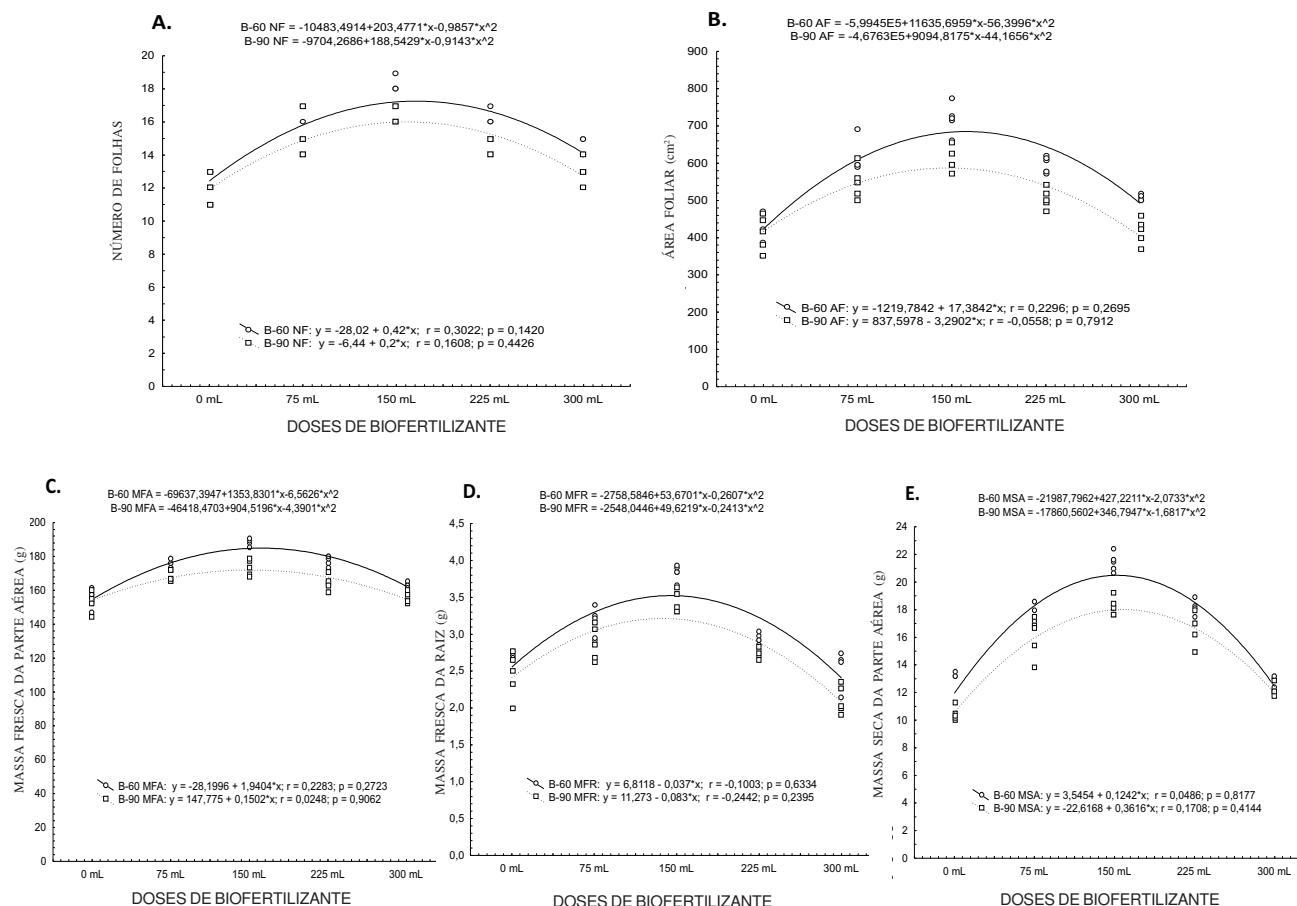


Figura 2. Análise de regressão para as variáveis: (A) Número de folhas; (B) Área foliar; (C) Massa fresca da parte aérea; (D) Massa fresca de raiz e (E) Massa seca da parte aérea em função das diferentes doses e tipos de biofertilizantes.

produtor não deve aplicar grandes concentrações, pois uma maior disponibilidade de nutrientes poderá desequilibrar o estado nutricional da planta, resultando em uma menor resistência biológica e menor produtividade.

Visualmente, as plantas submetidas às doses mais altas do biofertilizante, apresentaram sintomas como: plantas de menor porte, menor massa verde e diminuição do número de folhas.

A ANOVA relativa aos parâmetros fitotécnicos da alface indica que o tipo de biofertilizante (B-60 e B-90) aplicado e as doses influenciaram significativamente em todas as variáveis analisadas (Tabela 3). Para a interação doses x biofertilizante, não houve significância para as variáveis NF e MFR, evidenciando que as doses não apresentaram relação com os biofertilizante para estas variáveis.

Conclusões

A dose que apresentou maiores índices de produtividade foi de 150 mL vaso⁻¹ para ambos biofertilizantes.

O biofertilizante atuou como corretivo da acidez, e proporcionou modificações positivas na fertilidade do solo.

A utilização do metóxido de sódio como catalisador para a transesterificação, influenciou diretamente na concentração de Na no biofertilizante, e como consequência ao solo, o que acarretou numa possível fitotoxidez do produto em dosagens acima de 150 mL vaso⁻¹.

Agradecimentos

Grupo Bioenergia e Meio Ambiente da UESC.

Tabela 3. Resultado da ANOVA para dois tratamentos de biofertilizantes e cinco doses, e sua interação entre doses e biofertilizantes

Parâmetro	Doses			Biofertilizante			Doses x Biofertilizantes		
	GL	F	P	GL	F	P	GL	F	P
Número de folhas	4	57,4	0,00	1	22,78	0,00	4	0,83	0,51
Área foliar	4	68,12	0,00	1	45,74	0,00	4	2,99	0,02
Massa fresca parte aérea	4	70,47	0,00	1	55,51	0,00	4	4,76	0,00
Massa fresca raiz	4	60,66	0,00	1	21,75	0,00	4	0,81	0,52
Massa seca parte aérea	4	144,69	0,00	1	41,77	0,00	4	2,78	0,03

Literatura Citada

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). 2012. Biodiesel - Introdução. Disponível em: <http://www.anp.gov.br?pg=60468&&cachebust=1368666975841>. Acesso em: 28 Jun. 2012.
- ARAÚJO, Q. R. de et al. 2004. Solos e capacidade de uso das terras da estação experimental do Almada, Ilhéus, Bahia, UESC/ Editus. 40p.
- BARBIERI, E. et al. 2010. Condutividade elétrica ideal para o cultivo hidropônico de alface em ambiente tropical. Horticultura Brasileira 28(2): 5303-5308.
- BARRERA, P. 2003. Biogestores: energia, fertilidade e saneamento para zona rural. São Paulo, SP, Ícone. 106p.
- CENTRAL DE ABASTECIMENTO DE CAMPINAS (CEASA-CAMPINAS). 2002. Cultura da alface. Disponível: <http://www.ceasacampinas.com.br/novo/
- Serv_padro_Alface.asp> (2002). Acesso em: 20 de set de 2003.
- CHICONATO, D. A. et al. 2013. Response of the lettuce to the application of biofertilizer under two levels of irrigation. Bioscience Journal (Brasil) 29 (2): 392-399.
- CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA (CNPE). Resolução N° 6 de 16 de Set. de 2009. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder_resolucoes/resolucoes_cnpe/2009/rnepc%206%20-%202009.xml>. Acesso em: 28 de mai. 2012.
- DEVIDE, A. C. P. et al. 2000. Determinação do efeito fitotóxico de um biofertilizante líquido utilizado em viveiros de café, por meio de bioensaios em casa-de-vegetação. Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico n.42.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 1997. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ. 212 p.

- FERNANDES, M. C. A.; LEITE, E. C. B.; MOREIRA, V. E. 2006. Defensivos Alternativos. PESAGRO-Rio de Janeiro. Niterói, RJ. Disponível em: <http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/publicacao/IT34_defensivos.pdf>. Acesso em: 20 Dez. 2012.
- FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, G. D.; HAAG, H. P. 1981. Absorção de macronutrientes pela cultura da alface. In: Haag, H. P.; Minami, K. Nutrição mineral em hortaliças. Campinas, SP, Fundação Cargill. pp.143-151.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2012. Agricultural production, primary crops. <<http://www.fao.org/>>. Acesso em 10/04/2012.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2016. Agricultural production, primary crops. <<http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq5/en/>>. Acesso em 29/02/2016.
- FOUNTOULAKIS, M. S.; PETOUSI, I.; MANIOS, T. 2010. Co-digestion of sewage sludge with glycerol boost biogas production. *Waste Management* 30(10):1849-1853.
- GALBIATTI, J. A. et al. 1996. Efeitos de diferentes doses e épocas de aplicação de efluente de biodigestor e da adubação mineral em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a duas lâminas de água por meio de irrigação por sulco. *Científica* (Brasil) 24(1):63-74.
- GARCIA, L. L. C. et al. 1982. Nutrição mineral de hortaliças. XLIX. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz 39 (1): 455-484.
- GARFÍ, M. et al. 2012. Evaluating benefits of low-cost household digesters for rural Andean communities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16:575-581.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2006. Indicadores conjunturais - produção agrícola/agricultura. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 de fev. 2016.
- KATAYAMA, M. 1993. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: Ferreira, M. E.; Castellane, P. D.; Cruz, M. C. P. da. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba, POTAPOS. 480p.
- KNOTHE, G; et al. 2006. Manual do Biodiesel. Edgard Blucher, São Paulo, SP. 340p.
- KUPPER, K. C. et al. 2006. Biofertilizer for control of *Guignardia citricarpa*, the causal agent of citrus black spot. *Crop Protection* 25:569-573.
- LACERDA, C. F. et al. 2011. Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. *Engenharia Agrícola (Brasil)* 31(4):663-675.
- MARROCOS, S. T. P. 2011. Composição de biofertilizante e sua utilização via fertirrigação em meloeiro. Dissertação Mestrado. Mossoró-RN, Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 64p.
- MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. R. 2006. Biofertilizantes Líquidos e sustentabilidade Agrícola. Bahia Agrícola (Brasil) 7(3):24-26.
- PLUCINSKI, F. L. C. et al. 2009. Avaliação do uso de diferentes biofertilizantes na produção orgânica de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Agroecologia* 4(2):1580-1583.
- ROBRA, S. 2006. Uso da glicerina bruta em biodigestão anaeróbica: Aspectos tecnológicos, ambientais e ecológicos. Dissertação Mestrado. Ilhéus, BA, Universidade Estadual de Santa Cruz. 120p.
- SANTOS, A. C.; AKIBA, F. 1996. Biofertilizantes líquidos: uso correto na agricultura alternativa. Seropédica: Imprensa Universitária/UFRRJ. 35p.
- SILVA, F. L. B. et al. 2011. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15(4):383-389.
- SOUZA, D. M. G de; MIRANDA, L. N. de; OLIVEIRA, S. A. de. 2007. Acidez do solo e sua correção. In: Novais, R. F. et al. Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, MG. pp. 645-736.
- VILLELA JUNIOR, L. V. E.; ARAUJO, J. A. C.; FACTOR, T. L. 2008. Comportamento do meloeiro em cultivo sem solo com a utilização de biofertilizante. *Horticultura Brasileira* 21(2):153-157.
- VICENTE, G.; MATÍNEZ, M.; ARACIL, J. 2004. Integrated biodiesel production: a comparison of different homogeneous catalyses systems. *Bioresource Technology* 92:297-305.
- WILKIE, A. C.; SMITH, P. H.; BORDEAUX, F. M. 2004. An economical bioreactor for evaluating biogas potential of particulate biomass, Short Communication, *Bioresource Technology* 92:103-109.

ASPECTOS FÍSICOS DA QUALIDADE DO SOLO SOB SISTEMAS AGROFLORESTAIS E PASTAGEM NO SUL DA BAHIA

Cesar O. Arevalo-Hernandez¹, Arlicelio Queiroz Paiva¹, Takashi Mizuki¹, Alexandre Julio Gomes Almeida¹, Mariella Camardelli Uzêda², Eloina Neri de Matos³

¹ Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, Brasil, 45662-900, cesar.arevaloh@gmail.com; ²Embrapa Agrobiologia, Rodovia BR 465, km 7 - 23891-000 - Seropédica - Rio de Janeiro, Brasil, mariella@cnpab.embrapa.br; ³Rua Aristides Novis, 359, Ed. Casa Bela, Ap. 23, São Lázaro, 40210-630 - Salvador, Bahia; eloinanerimatos@gmail.com

O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade física do solo com três sistemas agroflorestais em comparação aos usos de mata nativa e pastagem. Foram avaliados três sistemas agroflorestais: Guaraná + Piaçava (GP), SAF misto (MIX) e Cabruca de Cupuaçu (CC), uma área de pastagem (PAS) e outra de Mata Atlântica (MA), sendo a última considerada como testemunha. As coletas de solos foram feitas nas profundidades 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m para as análises de granulometria, grau de floculação de argila (GF), densidade de partículas (DP), densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macroporosidade (Map), microporosidade (Mip), classes de agregados, diâmetro médio ponderado (DMP), índice de estabilidade de agregado (IEA), resistência à penetração (RP), e condutividade hidráulica saturada (Ks). Foram eleitas para a avaliação da qualidade do solo a Ds, Map, DMP, RP, GF e Ks. Dos sistemas avaliados, o sistema agroflorestal de Cupuaçu (CC) foi o que apresentou os maiores valores de qualidade do solo, indicando que pode ser usado no Sul da Bahia sem riscos gerais de degradação das áreas implantadas uma vez que apresenta boas condições de drenagem e maior resistência à erosão.

Palavras-chave: Cabruca, cupuaçu, mata atlântica, resistência à penetração

Physical aspects of soil quality under agroforestry systems and pasture in Southern Bahia. The objective of this study was to evaluate the soil physical quality with three agroforestry systems compared to native forest and pasture system. We evaluated three agroforestry: Guarana + Piaçava (GP), mixed SAF (MIX) and Cabruca Cupuaçu (CC), a grazing area (PAS) and one of Atlantic Forest (MA), the latter being considered as the control. The soil samples were taken at depths from 0.0 to 0.10 and 0.10 to 0.20 m for analysis of particle size analysis, degree of clay flocculation (GF), particle density (DP), bulk density (Ds), total porosity (Pt), macroporosity (Map), microporosity (Mip), aggregate classes, mean weight diameter (DMP), aggregate stability index (IEA), penetration resistance (PR), and saturated hydraulic conductivity (Ks). Ds, Map, DMP, RP, GF and Ks were elected for assessment of soil quality. The agroforestry system of Cupuaçu (CC) was the one that presented higher soil quality levels indicating that could be used in the South of Bahia, Brazil without general risk of degradation in implanted areas, since shows good conditions of drainage and higher erosion resistance.

Key words: Cabruca, cupuassu, Atlantic rainforest, penetration resistance

Introdução

A região do Sul da Bahia é particularmente conhecida como a maior região produtora de cacau no Brasil. No entanto, devido à ocorrência da vassoura de bruxa no final da década de 1990, a produtividade decaiu drasticamente, levando a diversificação de culturas, mas sempre dentro do contexto do manejo agroflorestal, pois o uso da terra nessa região tem uma importante participação de cultivos de Sistemas Agroflorestais (SAFs). Assim, de acordo com o tamanho da propriedade e com o nível econômico dos gerenciadores do sistema, os SAFs podem atender desde agricultores familiares em pequenos hortos caseiros até grandes empresas em plantações florestais. Para Gliessman (2001), o desafio de criar agroecossistemas sustentáveis é produzir e alcançar características semelhantes às de ecossistemas naturais. Os sistemas agroflorestais promovem a conservação e melhoramento dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, dentro de conceitos ecológicos básicos, respeitando ao máximo os ecossistemas naturais (Paiva e Araujo, 2012).

A qualidade de solo é um termo relativamente novo, mas tem sido útil na avaliação da sustentabilidade dos ecossistemas uma vez que, de acordo com Doran & Parkin (1994), define a capacidade do solo para sustentar a produtividade biológica contribuindo para a qualidade dos ecossistemas. Assim, a avaliação dos atributos com maior dinâmica no solo, refletem de maneira mais real as mudanças dos ecossistemas. Por isso, a avaliação dos atributos físicos do solo como a densidade do solo, condutividade hidráulica, macroporosidade e resistência à penetração têm sido importantes na avaliação da qualidade do solo (Doran & Parkin, 1994; Dexter, 2004; Pezarico et al., 2013). Dentre estes atributos, a macroporosidade e densidade de solo são fortemente afetadas por o manejo do solo, ressaltando de forma geral, os benefícios dos sistemas agroflorestais em comparação a zonas com um manejo mais intensivo (Carvalho et al., 2004; Pezarico et al., 2013). Além da maior acumulação de matéria orgânica que promove uma redução de erosão, melhorando a estrutura do solo e a conservação da umidade do solo (Hillel & Rozewig, 2011).

Para determinar a qualidade de solo e promover uma melhor visão integral dos ecossistemas, foram

desenvolvidos os índices de qualidade de solo (IQS), que são importantes na avaliação das mudanças dos ecossistemas e sua sustentabilidade (Dexter, 2004; Rahmaniour, 2014).

A grande diversidade de culturas e tipo de manejo nos sistemas agroflorestais na região do sul de Bahia indica a necessidade de explorar as consequências desse tipo de manejo sob a qualidade do solo e produção de alimentos. Portanto, essa diversidade de espécies nativas e cultivadas pode conferir ao solo o restabelecimento das suas qualidades físico-hídricas. Assim, esse trabalho teve o objetivo de avaliar a qualidade física de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com três sistemas agroflorestais em comparação com os usos de pastagem e mata nativa que é tomada como testemunha, na região do Baixo-Sul da Bahia.

Material e Métodos

Localização e Amostragem

O presente trabalho foi realizado no município de Taperoá, localizado na região do Baixo-Sul da Bahia, em propriedades de pequenos agricultores do Projeto Onça. Utilizaram-se cinco tratamentos, sendo três sistemas agroflorestais: Guaraná + Piaçava (GP), SAF misto (MIX) e Cabruca de Cupuaçu (CC), uma área de pastagem (PAS) e outra de mata atlântica (MA), sendo a última considerada como testemunha. O SAF Misto é cultivado com Caju (*Anacardium occidentale* L.), Jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.), Limão (*Citrus* spp.), Banana (*Musa* spp.), Coco (*Cocos nucifera* L.), Abacate (*Persea americana*), Mamão (*Carica papaya*), Pupunha (*Bactris gasipaes*), Graviola (*Annona muricata*), Laranja (*Citrus* spp.), Urucum (*Bixa orellana*), Pimenta-do-Reino (*Piper nigrum*), Guaraná (*Paullinia cupana*), Seringueira (*Hevea brasiliensis*), Piaçava (*Attalea funifera*), Dendê (*Elaeis guineensis*), Cacau (*Theobroma cacao* L.), Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* L.) e Café (*Coffea* spp.) e com uma densidade total de 1702 plantas/ha. O SAF Cabruca de Cupuaçu é composto por arbóreas restantes do raleamento realizado para consolidação do sistema, onde além do Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) são encontradas as seguintes espécies: Aderno-branco (*Casearia arborea*), Amesca-folha-graúda (*Protium*

warmingianum Marchand), Amora (*Mabea piriri* Aubl.), Amora-de-espinho (*Clarisia ilicifolia*), Angelim (*Andira* spp.), Baba-de-boi (*Cordia* spp.), Cocão (*Pogonophora schomburgkiana*), Falso-bálsamo (*Ouratea* sp), Farinha-seca (*Guapira* sp.), Fruto-de-paca (*Carpotroche brasiliensis*), Gindiba (*Sloanea obtusifolia*), Janaúba/Agoniada (*Himatanthus bracteatus*), Louro (*Ocotea* sp.), Manga-brava (*Thyrsodium spruceanum*), Muanza (*Stryphnodendron pulcherrimum*), Murici (*Byrsonima sericea*), Murta (*Myrcia* sp.), Pau-pombo (*Tapirira guianensis*), Pau-solteiro/Mundururu (*Miconia minutiflora*), Pequi-de-capoeira/Quaresmeira (*Tibouchina elegans*), Pequi-doce (*Terminalia actinophylla*), Pequi-mirindiba (*Lamanonia cuneata*), Pindaíba-verdadeira (*Guatteria blanchetiana*), Setecouros/Óleo-branco (*Pera glabrata*), Sucupiruçu/Sucupira-preta (*Diplostropis purpurea*), Taipoca (*Coccoloba* sp.). Esses sistemas foram eleitos em virtude da sua representividade na região. Esses SAFs possuem diferentes graus de antropização e composição. Não foram avaliadas as espécies individualmente, mas a composição das comunidades

em cada um dos sistemas avaliados. Foram coletadas amostras de um Argissolo Vermelho-Amarelo (Santana et al., 2002) nas profundidades de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m. Em cada um dos tratamentos foram estabelecidos 3 transectos que cruzavam diagonalmente as áreas cultivadas, bem como a área de mata, sendo obtidas 3 subamostras em cada um dos transectos amostrados. As subamostras foram mescladas e obtida uma única amostra a cada transecto. As amostras deformadas foram secas ao ar e passadas por peneira com abertura de malha de 2,0 mm, formando a terra fina seca ao ar (TFSA) para análises posteriores; as indeformadas foram mantidas com a umidade de campo e processadas na medida em que forem sendo analisadas. O Croqui de amostragem é apresentado na Figura 1.

Análises físicas de solo

A análise granulométrica foi realizada com três repetições, pelo método do hidrômetro de Bouyoucos, utilizando-se 50 g de TFSA e 25 mL de NaOH 1 mol L⁻¹ para a dispersão química, com agitação em coqueteleira durante 15 minutos, a 12.000 rpm. Para a argila dispersa em água foram utilizadas 50 g de TFSA

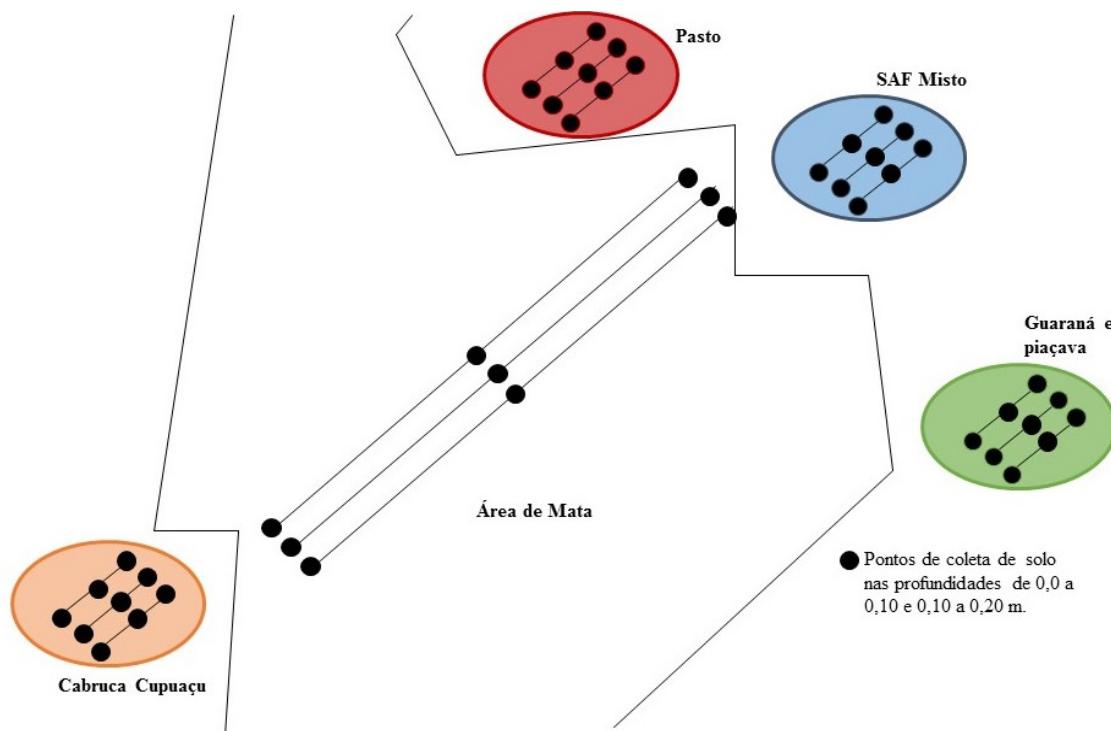


Figura 1. Croqui de amostragem nos sistemas avaliados de Cabruba de Cupuaçu (CC), Pastagem (PAS), SAF misto (MIX), Guaraná e piaçava (GP) e a Área de Mata (MA) nas profundidades de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m.

e 125 mL de água destilada, empregando-se o hidrômetro de Bouyoucos, com três repetições (Embrapa, 2011). Para a densidade do solo (Ds), o material foi coletado em cilindro de volume conhecido que foi seco em estufa a 105°C por um período de 48 horas. Na análise da densidade de partículas (Dp) foi empregado o álcool etílico como líquido penetrante. Ambas as análises foram feitas com três repetições (Embrapa, 2011). A porosidade total (Pt), macroporosidade (Map) e microporosidade (Mip) foram estimadas com três repetições e obtidas pelo método da mesa de tensão, conforme preconizado por Oliveira (1968).

Para a análise de agregados, as amostras de solos foram coletadas na forma de torrões que foram colocados para secar ao ar e destorreados cuidadosamente com as mãos para quebrar os agregados maiores. Essas amostras foram passadas em peneira com abertura de malha de 4,76 cm e retidas em peneira de 2,0 mm de diâmetro, com três repetições. Na distribuição de classes de agregados (DCA) foi utilizada a agitação em água da amostra de material dos solos em um conjunto de peneiras que permitiu separar as frações de macroagregados (4,76 a 1,00 mm), mesoagregados (1,00 a 0,50 mm) e microagregados (<0,50). Calculou-se também o índice de estabilidade de agregados em água (IEA), conforme Embrapa (2011). O diâmetro médio ponderado de agregados (DMP) foi calculado com base em Youker & Mcguinness (1957).

A condutividade hidráulica saturada (Ks) foi determinada em laboratório com cinco repetições, usando amostras com estrutura indeformada, coletadas em cilindros de Uhland, de acordo com Embrapa (2011). O cálculo foi efetuado com base na equação de Darcy. Finalmente, para determinação da resistência do solo à penetração (RP) foi utilizado o penetrômetro de Impacto modelo IAA/Planalsucar/Stolf (Stolf et al., 1983), nas profundidades de 0–0,10 e 0,10–0,20 m, com 15 repetições e a estimativa da RP foi feita conforme a fórmula de Stolf (1991), multiplicou-se o resultado obtido pela constante 0,098 e foi finalmente convertido para MPa.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise da variância, em delineamento experimental inteiramente casualizado, onde foi utilizada a profundidade como

subfator. A comparação entre as médias dos atributos e áreas estudadas foi feita pelo teste de Skott Knott a 5 %. As análises foram realizadas no software estatístico R (R Core Team, 2015).

Determinação do índice de qualidade de solo

Foram estabelecidos indicadores e índices de qualidade do solo para cada sistema de manejo das culturas, utilizando-se a Mata Atlântica para efeito de comparação. A determinação dos indicadores foi feita conforme experiência dos pesquisadores envolvidos. A designação de escores para cada indicador foi determinada de acordo com Andrews et al., (2002), Qi et al. (2009) e Rahmaniour et al. (2014), utilizando funções padrão de escores (“Mais é melhor”, “Menor é melhor” e “Ótimo”), a depender do atributo eleito, variando de 0 a 1. A determinação dos pesos de cada indicador foi feita conforme Rahmaniour et al. (2014); onde os pesos resultaram da relação do valor de comunalidade, derivado do analise de fatores, de cada indicador com a soma de todos os indicadores. Finalmente, o índice de qualidade de solo foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Doran & Parkin (1994):

$$\sum_{i=1}^n = W_i N_i$$

Onde: Wi = peso de cada indicador e Ni = escore de cada indicador.

O índice de qualidade de solo variou de 0 a 1, onde menores valores estão relacionados com uma baixa qualidade do solo e o valor próximo de um representa o máximo valor possível de qualidade de solo.

Resultados e Discussão

Atributos físicos do solo

Na Tabela 1 estão listados os valores da análise granulométrica, argila dispersa em água (ADA) e grau de flocação de argila (GF). Observa-se que todos os solos avaliados no neste estudo foram classificados como argilosos segundo Santos et al. (2013).

O grau de flocação de argila foi semelhante em todos os sistemas de manejo nos 0,0-0,10 m e quando foram avaliadas as diferenças entre profundidades. Já nos 0,10 – 0,20 m foram observadas diferenças significativas, sendo a MA e o MIX os que

Tabela 1. Análise de comparação de médias de Areia, Silte, Argila, Argila Dispersa em água (ADA) e Grau de floculação (GF) por profundidade, sob diferentes sistemas de manejo de culturas no Baixo Sul da Bahia

Atributo* / Uso	Areia	Silte	Argila g kg ⁻¹	ADA	GF %	Classificação Textural
0,00 - 0,10 m						
GP	281,3 ^a	115,5 ^a	603,2 ^a	349,8 ^a	41,74 ^a	Argilosa
MIX	341,1 ^a	137,0 ^a	522,0 ^a	224,7 ^a	56,94 ^a	Argilosa
CC	274,0 ^a	135,9 ^a	590,2 ^a	304,7 ^a	48,25 ^a	Argilosa
PAS	312,5 ^a	146,7 ^a	540,9 ^a	271,6 ^a	49,62 ^a	Argilosa
MA	418,6 ^a	67,4 ^a	514,0 ^a	178,1 ^a	65,58 ^a	Argilosa
0,10 - 0,20 m						
GP	240,8 ^a	117,8 ^a	641,5 ^a	354,9 ^a	44,33 ^b	Argilosa
MIX	324,6 ^a	105,1 ^a	570,3 ^a	273,6 ^a	51,85 ^a	Argilosa
CC	227,4 ^a	130,1 ^a	642,4 ^a	343,9 ^a	46,51 ^b	Argilosa
PAS	301,3 ^a	147,2 ^a	551,6 ^a	334,5 ^a	39,35 ^b	Argilosa
MA	385,6 ^a	94,2 ^a	520,2 ^a	211,8 ^a	59,26 ^a	Argilosa

OBS.: GP=Guaraná + Piaçava, MIX=SAF Misto, CC=Cabruca de Cupuaçu, PAS = pastagem e MA=Mata Atlântica. *Letras minúsculas e maiúsculas diferentes na mesma coluna e entre colunas indicam diferenças significativas dentre e entre profundidades, respectivamente, pelo teste de Skott-Knott ($p \leq 0,05$).

apresentaram valores significativamente superiores em comparação aos demais tratamentos. No entanto, Carvalho Filho et al. (2009), trabalhando em um Latossolo Vermelho com atributos físicos do solo e diferentes sistemas de uso em comparação a vegetação nativa do Cerrado, indicou a presença de diferenças significativas, apresentando a vegetação do cerrado com maiores valores de GF, sendo menos expressiva com a maior profundidade. Não obstante, de forma geral, com exceção dos sistemas mencionados, esses valores estão abaixo do ótimo de 50% recomendado por Goedert (2005), indicando que existe uma maior suscetibilidade à erosão destes solos. Além da deposição de argila nas paredes dos poros e sobre os grãos de quartzo que gera um arranjo mais compacto da superfície (Silva et al., 2005), indicando que solos com menor GF tendem a apresentar maior compacidade. A dispersão de partículas no solo está relacionada com as cargas elétricas na superfície, porém fatores que influenciam a dupla camada difusa afetaram o grau de floculação ou dispersão de argila no solo. Assim, a intensa decomposição e adição de matéria orgânica destes sistemas (MA e MIX) e alta pluviosidade das zonas de estudo, podem ter atuado decisivamente na maior floculação da argila na segunda camada amostrada (0,10 – 0,20 m), conseguindo maiores valores nestes sistemas.

Tanto a Ds, como Pt e Mip (Tabela 2) não apresentaram diferenças significativas entre os sistemas

de manejo nem entre profundidade. No entanto, todos os valores de Ds em média, oscilaram entre 1,05 e 1,26 kg dm⁻³, encontrando-se abaixo do valor de limite crítico de 1,55 kg dm⁻³, proposto por Reinert & Reichert (1999). Ressalta-se também que os valores de Pt em todas as profundidades dos sistemas estudados, encontram-se acima de 0,50 m³ m⁻³, sendo considerada como ideal por Kiehl (1979). Os valores de Ds e Pt encontrados no presente estudo, indicam boas condições de aeração e, consequentemente trocas gasosas e demonstram que os sistemas avaliados afetaram esses atributos de forma semelhante, apesar de que o solo manejado com pastagem (PA) apresentou uma tendência a maiores valores de Ds e menores valores de Pt, em comparação aos outros usos.

Observa-se que a Macroporosidade (Map) apresentou diferenças significativas entre profundidades (GP e PAS), mas não entre as zonas estudadas. No entanto Pezarico et al. (2013) no Mato Grosso do Sul, observaram diferenças significativas para a macroporosidade indicando que não houve diferenças significativas entre os tratamentos com SAF e a mata nativa. Isto é esperado, pois com a maior profundidade aumenta o teor de argila (Tabela 1) e consequentemente diminui a Map. No entanto, isto pode ser atribuída à variabilidade espacial dos solos. Apesar disso, todos os valores médios de macroporosidade, com exceção para a segunda camada (0,10-0,20 m)

Tabela 2. Análise de comparação de médias de Densidade de Partículas (Dp), Densidade do Solo (Ds), Porosidade Total (Pt), Macroporosidade (Map), Microporosidade (Mip), Conduvidade hidráulica saturada (Ks), Resistencia á Penetração de Raízes (RP), por profundidade, sob diferentes sistemas de manejo de culturas no Baixo Sul da Bahia

Atributo* / Uso	Dp kg dm ⁻³	Ds	Pt	Map m ³ m ⁻³	Mip	Ks cm h ⁻¹	RP MPa
0,00 - 0,10 m							
GP	2,57 ^{aA}	1,12 ^{aA}	0,56 ^{aA}	0,23 ^{aA}	0,33 ^{aA}	11,31 ^{bA**}	2,39 ^b
MIX	2,62 ^{aA}	1,13 ^{aA}	0,57 ^{aA}	0,17 ^{aA}	0,40 ^{aA}	12,26 ^{bA}	2,47 ^b
CC	2,51 ^{aA}	1,05 ^{aA}	0,58 ^{aA}	0,24 ^{aA}	0,34 ^{aA}	10,86 ^{bA}	1,67 ^{cB}
PAS	2,51 ^{aA}	1,16 ^{aA}	0,54 ^{aA}	0,18 ^{aA}	0,36 ^{aA}	5,24 ^{cA}	3,45 ^{aB}
MA	2,43 ^{aA}	1,07 ^{aA}	0,58 ^{aA}	0,23 ^{aA}	0,35 ^{aA}	18,73 ^{aA}	1,63 ^{cB}
0,10 - 0,20 m							
GP	2,62 ^{aA}	1,17 ^{aA}	0,55 ^{aA}	0,21 ^{aB}	0,34 ^{aA}	6,47 ^{aB}	3,05 ^b
MIX	2,65 ^{aA}	1,18 ^{aA}	0,56 ^{aA}	0,15 ^{aA}	0,41 ^{aA}	11,07 ^{aA}	3,78 ^b
CC	2,67 ^{aA}	1,13 ^{aA}	0,59 ^{aA}	0,23 ^{aA}	0,35 ^{aA}	9,25 ^{aA}	2,97 ^{bA}
PAS	2,53 ^{aA}	1,26 ^{aA}	0,50 ^{aA}	0,08 ^{aB}	0,42 ^{aA}	5,11 ^{aA}	5,12 ^{aA}
MA	2,49 ^{aA}	1,14 ^{aA}	0,56 ^{aA}	0,21 ^{aA}	0,35 ^{aA}	13,47 ^{aA}	2,97 ^{bA}

OBS.: GP=Guaraná + Piaçava, MIX=SAF Misto, CC=Cabruca de Cupuaçu, PAS=pastagem e MA=Mata Atlântica. **Letras minúsculas e maiúsculas diferentes na mesma coluna e entre colunas indicam diferenças significativas dentre e entre profundidades, respectivamente, pelo teste de Skott-Knott ($p \leq 0,05$).

da Pastagem (PAS), encontraram-se acima do limite critico de $0,10\text{ m}^3\text{ m}^{-3}$ proposto por Tormena et al. (1998). O resultado apesar de não apresentar diferenças significativas, indica que a zona sob pastagem degradada pode apresentar problemas na Map, com possível impedimento ao desenvolvimento radicular nesse tipo de sistema.

A conduvidade hidráulica saturada (Ks) apresentou diferenças significativas tanto entre profundidades como sistemas de manejo na camada superficial (0,0-0,10 m), sendo a Mata Atlântica onde foram observados valores significativamente superiores em comparação aos outros tratamentos, já o solo submetido à pastagem foi a que reportou os menores valores para essa variável em comparação aos outros usos. No entanto, na camada subsuperficial (0,10-0,20 m), não foram observadas diferenças significativas. Da mesma forma, Dantas et al. (2012) avaliando a qualidade do solo com um sistema de milho em comparação a uma vegetação nativa, reportou que a vegetação nativa teve maiores valores para Ks, atribuindo esses resultados aos maiores valores de densidade de solo e porosidade total. No entanto, neste trabalho não foram observadas diferenças significativas para essas variáveis, mas foram reportados valores limitantes na macroporosidade o que pode ter

diminuído a Ks. Valores superiores a 15 cm h^{-1} são recomendados por Lepsch (1983) para a maioria das culturas, porém, limitações foram encontradas nas duas profundidades e zonas estudadas, com exceção da Mata Atlântica na primeira camada (0,0-0,10 m). Estes valores comprometem as condições de infiltração nas zonas estudadas, produção e sustentabilidade dos ecossistemas, uma vez que para Reichert et al. (2003), ressaltam que a qualidade física do solo está associada à boa infiltração, retenção e disponibilidade de água para as plantas.

A RP (Tabela 2) apresentou diferenças significativas entre sistemas, mas não entre profundidades. Tanto a Mata Atlântica (MA) quanto o sistema agroflorestal de cabruca de cupuaçu foram os sistemas que apresentaram os melhores valores na camada superficial. Da mesma forma, Carvalho et al. (2004) observaram que o sistema de plantio convencional apresentou níveis de resistência a penetração de raízes, uma vez que a densidade do solo superou os níveis críticos, superiores aos sistemas em SAFs. No entanto, a pastagem apresentou os maiores valores de RP nas duas profundidades, embora na profundidade subsuperficial não tenha ocorrido diferença estatística entre os diferentes usos. De forma geral, os valores de RP foram superiores ao limite critico de 2,0 MPa

estabelecido por Tormena et al. (2002), com exceção da MA e CC na camada superficial (0,0-0,10 m). Estes resultados podem ser atribuídos ao tipo de sistema (MA e CC), pois geralmente apresentam uma grande quantidade de resíduo orgânico produto da produção de biomassa tanto das árvores como da cultura (Müller e Gamma-Rodriguez, 2012), reduzindo o impacto direto na degradação e compactação desses solos.

Não foram encontradas diferenças significativas nem entre profundidade nem entre os tratamentos avaliados para as classes de agregados e DMP (Tabela 3). Apesar disso, os valores de todos os sistemas de manejo estudados apresentaram valores superiores ao mínimo limite crítico de 0,5 mm proposto por Kiehl (1979), indicando que os solos apresentam baixa erodibilidade, o que é corroborado por Paiva e Araujo (2012) que afirmam que os sistemas agrossilvoculturais representam uma eficiente estratégia para evitar erosão.

Já para IEA foram observadas diferenças significativas entre profundidades (PAS) e entre tratamentos. Na primeira camada amostrada (0,00-0,10 m) o sistema que teve menor IEA foi o MIX. O IEA está relacionado com uma maior estabilidade de agregados, com a estrutura do solo e, consequentemente, com a degradação física do solo (Hillel & Rozenwig, 2011). Assim, O sistema MIX

apresenta uma maior antropização em relação aos outros sistemas avaliados. Mota et al. (2014) avaliando os atributos físicos do solo em uma cultura de abacaxi em relação a uma floresta encontrou diferenças significativas, reportando que a floresta teve maior IEA. No entanto, para a profundidade de 0,10 a 0,20 m não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas, apesar de que o sistema MIX apresentou menores valores em relação aos outros sistemas.

Índice de qualidade do solo

As variáveis foram selecionadas hierarquicamente, baseadas na experiência dos pesquisadores. Foram selecionadas as variáveis grau de floculação (GF), densidade do solo (Ds), Macroporosidade (Map), Condutividade hidráulica saturada (Ks), diâmetro médio ponderado de agregados (DMP) e Resistência do Solo à Penetração de Raízes (RP). Os limites críticos para cada variável avaliada são apresentados na Tabela 4.

Os valores médios dos índices são apresentados na Tabela 5. Observa-se que não apresentaram diferenças significativas entre profundidades, mas foram reportadas diferenças estatísticas entre os solos sob diferentes usos, indicando a Mata Atlântica (MA) como o sistema que conservou melhor a qualidade física do solo em comparação aos outros sistemas de

Tabela 3. Análise de comparação de médias de Classes de agregados (macro, meso e micro; mm), Diâmetro médio ponderado de agregado (DMP; mm), Índice de estabilidade de agregado (IEA; %), por profundidade, sob diferentes sistemas de manejo de culturas no Baixo Sul da Bahia

Atributo* / Uso	Macroagregado	Mesoagregado %	Microagregado	DMP mm	IEA %
0,00 - 0,10 m					
GP	55,54 ^{aA}	15,74 ^{aA}	28,73 ^{aA}	1,31 ^{aA}	93,83 ^{aA}
MIX	49,87 ^{aA}	19,41 ^{aA}	30,72 ^{aA}	1,26 ^{aA}	75,85 ^{bA}
CC	54,88 ^{aA}	16,71 ^{aA}	28,41 ^{aA}	1,30 ^{aA}	89,08 ^{aA}
PAS	55,28 ^{aA}	13,12 ^{aA}	31,60 ^{aA}	1,23 ^{aA}	87,37 ^{aA}
MA	60,31 ^{aA}	13,17 ^{aA}	26,53 ^{aA}	1,30 ^{aA}	87,96 ^{aA}
0,10 - 0,20 m					
GP	52,61 ^{aA}	18,74 ^{aA}	28,65 ^{aA}	1,30 ^{aA}	95,14 ^{aA}
MIX	47,07 ^{aA}	17,03 ^{aA}	35,90 ^{aA}	1,05 ^{aA}	75,44 ^{aA}
CC	48,29 ^{aA}	20,49 ^{aA}	31,22 ^{aA}	1,07 ^{aA}	91,83 ^{aA}
PAS	48,58 ^{aA}	18,97 ^{aA}	32,45 ^{aA}	1,10 ^{aA}	83,47 ^{aB}
MA	56,88 ^{aA}	13,69 ^{aA}	29,43 ^{aA}	1,24 ^{aA}	85,95 ^{aA}

OBS.: GP=Guaraná + Piaçava, MIX=SAF Misto, CC=Cabruca de Cupuaçu, PAS=pastagem e MA=Mata Atlântica. *Letras minúsculas e maiúsculas diferentes na mesma coluna e entre colunas indicam diferenças significativas dentre e entre profundidades, respectivamente, pelo teste de Skott-Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 4. Limites críticos de variáveis eleitas para a construção do índice de qualidade do solo sob diferentes sistemas de manejo de culturas no Baixo Sul da Bahia*

Variáveis	Valores		
	Mínimo	Ótimo	Máximo
GF	50		
Ds	1,55		
Map	0,1	0,2	0,3
Ks	15	30	40
DMP	0,5		
RP	2		

OBS.: GF=Grau de Floculação (%), Ds=Densidade do Solo (kg dm^{-3}), Map=Macroporos ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), Ks=Conduatividade Hidráulica Saturada (cm h^{-1}), DMP=Diâmetro Médio Ponderado de Agregados (mm) e RP=Resistência do Solo à Penetração de Raízes (MPa). *Para GF e DMP foi usada a função “Mais é melhor”. Para RP foi usada a função “Menos é melhor” e finalmente para Map e Ks a função de faixa “Ótima”.

Tabela 5. Valores médios de índice de qualidade do solo, por profundidade, sob diferentes sistemas de manejo de culturas no Baixo Sul da Bahia

Uso / Profundidade	IQS (Indice de Qualidade do Solo)	
	0,00-0,10 m	0,10-0,20 m
GP	0,53 ^{c*}	0,47 ^b
MIX	0,47 ^c	0,42 ^b
CC	0,66 ^b	0,65 ^a
PAS	0,46 ^c	0,41 ^b
MA	0,73 ^a	0,71 ^a

OBS.: GP=Guaraná + Piaçava, MIX=SAF Misto, CC=Cabruca de Cupuaçu, PAS=pastagem e MA=Mata Atlântica.

*Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Skott-Knott ($p \leq 0,05$).

manejo de culturas. No entanto, na segunda profundidade estudada (0,10 - 0,20 m), os valores da Cabruca de Cupuaçu (CC) e a Mata Atlântica (MA) não apresentaram diferenças significativas e foram os melhores solos em comparação aos outros solos sob diferentes usos. Observa-se que a pastagem (PA) reportou os menores valores absolutos do índice de qualidade do solo tanto para a profundidade de 0,00 - 0,10 m como de 0,10 - 0,20 m, indicando que apresenta condições físicas do solo problemáticas para a implantação de novas culturas ou para a conservação do sistema imposto.

Estes resultados estão de acordo com o reportado por diferentes autores para o uso da terra em

comparação com os ecossistemas menos afetados antropologicamente (Mata Atlântica) como foi estudado por Mota et al. (2014) que avaliaram a qualidade física dos solos no Brasil, apresentando maiores valores de qualidade de solo para a mata secundária em comparação a cultura de abacaxi no semiárido. Pezarico et al. (2013) em sistemas agroflorestais em Mato Grosso do Sul, observaram que os SAFs avaliados apresentaram uma qualidade do solo próxima a vegetação natural (Mata). No entanto, Silva et al. (2011) em Luvisolos no semiárido, comparando sistemas agroflorestais, vegetação natural e sistemas de manejo convencional de culturas, observaram que os índices de qualidade de solo para os sistemas agroflorestais foram semelhantes a vegetação natural.

No caso da pastagem sob pastejo é relativamente comum observar esse tipo de resultados na avaliação física da qualidade do solo, já que os parâmetros relacionados à aeração do solo como a densidade e porosidade do solo são os atributos mais usados na avaliação de qualidade nesses sistemas, já que é mais impactado nos primeiros 15 cm de profundidade (Greenwood & Mckenzie, 2001; Lanzanova et al., 2007).

Finalmente o uso diferenciado do solo, sistema de manejo e cultura pode afetar a qualidade do solo e consequentemente a sustentabilidade desses ecossistemas, pois a tendência natural de um ecossistema com interesse na agricultura é da perda da qualidade do solo devido, a perdas na matéria orgânica, retirada de vegetação e exposição do solo (Souza et al., 2006). No entanto é importante considerar e ressaltar que este tipo de sistemas como a Cabruca de Cupuaçu consegue conservar a qualidade do solo de forma semelhante aos sistemas sem intervenção antrópica como foi apresentado no presente estudo, podendo ser também indicado para serviços ecológicos.

Conclusão

Dos sistemas avaliados, O sistema agroflorestal de Cupuaçu (CC) foi o que apresentou os maiores valores de qualidade do solo indicando que pode ser usado no Sul da Bahia sem riscos gerais de degradação das áreas implantadas uma vez que apresenta boas condições de drenagem e maior resistência à erosão.

Agradecimentos

Ao CEPF - Fundo de Parceria para os Ecossistemas Críticos pelo financiamento do presente estudo.

Literatura Citada

- ANDREWS, S. S.; KARLEN, D. L.; MITCHELL, J. P. 2002. A comparison of soil quality indices methods for vegetable production system in northern California. *Agriculture Ecosystems and Environment* 90:25-45.
- CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J.; ARMANDO, M. S. 2004. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39:1153-1155.
- CARVALHO FILHO, A. et al. 2009. Qualidade física de um latossolo vermelho férrico sob sistemas de uso e manejo. *Bioscience journal* 25:43-51.
- DANTAS, J. D. N. et al. 2012. Qualidade de solo sob diferentes usos e manejos no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 16:18-26.
- DEXTER, A. R. 2004. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma* 120:201-214.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J. W.; Coleman, D. C.; Bezdicek, D. F.; Stewart, B. A. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, SSSA. pp.1-20.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 2011. Manual de métodos de análises de solos. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA SOLOS. pp.230.
- GLIESSMAN, S. R. 2001. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2.ed. Porto Alegre, RS, UFRGS. 653p.
- GOEDERT, W. J. 2005. Qualidade do solo em sistemas de produção agrícola. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30., Recife, 2005. Anais... Recife, PE, SBCS. CD-ROM.
- GREENWOOD, K. L.; MCKENZIE, B. M. 2001. Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41:1231-1250.
- HILLEL, D.; ROZENWIG, C. 2011. The role of Soils and Climate change. In: Hillel, D, Rozenwig, C. eds. *Handbook of climate change and agroecosystems: Impacts, adaptation, and mitigation*. pp.9-20.
- KIEHL, E. J. 1979. *Manual de edafologia: Relações solo-planta*. São Paulo, SP, Ceres. 262p.
- LANZANOVA, M. E. et al. 2007. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 31: 1131-1140.
- LEPSCH, I. P. 1983. *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4ª aproximação*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 175p.
- MOTA, J. C. A. et al. 2014. Uni and multivariate analysis of soil physical quality indicators of a Cambisol from Apodi Plateau - CE, Brazil. *Soil & Tillage Research* 140:66-73.
- MÜLLER, M.W.; GAMA-RODRIGUES, A.C. 2012. Sistemas Agroflorestais com cacaueiro. In: Valle, R. R. ed. Ciencia, tecnologia e manejo do cacaueiro. 2 ed. Ilhéus, BA, CEPLAC. pp.407-436.
- OLIVEIRA, L. B. 1968. Determinação da macro e microporosidade pela “mesa de tensão” em amostras de solo com estruturas indeformadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 3:197-200.
- PAIVA, A. Q.; ARAUJO, Q. R. 2012. Fundamentos do manejo e da conservação dos solos na região produtora de cacau da Bahia. In: Valle, R. R. ed. Ciencia, tecnologia e manejo do cacaueiro. 2 ed. Ilhéus, BA, CEPLAC. pp.115-134.
- PEZARICO, C. R. et al. 2013. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. *Revista de Ciências Agrarias* 56:40-47.
- QI, Y. et al. 2009. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. *Geoderma* 149:325-334.
- R CORE TEAM. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for

- Statistical Computing, Vienna, Austria. “<http://www.R-project.org/>”.
- RAHMANIPOUR, F. et al. 2014. Assesment of soil quality indices in agricultural lands of Qazvin Province, Iran. Ecological indicators 40:19-26.
- REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. 2003. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. Ciência & Ambiente 27(2):29-48.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. 1999. Modificações físicas em solos manejados sob sistema de plantio direto. In: Siembra Directa: una herramienta para la Agricultura Conservacionista. Florianópolis. Anais... Florianópolis, SC, Empasc.CD-ROM.
- SANTANA, S.O. et al. 2002. Solos da Região Sudeste da Bahia - Atualização da legenda de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento nº 16. 93p.
- SANTOS, R. D. et al. 2013. Manual de descrição e coleta do solo no campo. 6 ed. Viçosa, MG, Suprema.100p.
- SILVA, A. J. N; CABEDA, M. S. V.; LIMA, F. W. F. 2005. Efeito dos sistemas de uso e manejo nas propriedades físico-hídricas de um Argissolo Amarelo de Tabuleiro Costeiro. Revista Brasileira de Ciencia do Solo 29:883-842
- SILVA, G. L. et al. 2011. Soil physical quality of Luvisols under agroforestry, natural vegetation and conventional crop management systems in the Brazilian semi-arid region. Geoderma 167-168:61-70.
- SOUZA, E. D. et al. 2006. Frações de carbono, biomassa e atividade microbiana em um Latosso Vermelho sob Cerrado submetido a diferentes sistemas de manejo e usos do solo. Acta Scientiarum Agronomy 28: 323-329.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. 1983. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto, modelo IAA/ Planalsucar - Stolf. Revista STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos 1(3):18-23.
- STOLF, R. 1991. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo 15:249-252.
- TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBERDADE, P. L. 1998. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo 22:573-581.
- TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S. 2002. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. Scienca Agricola 59:795-801.
- YOUKER, R. E.; McGUINNESS, J. L. 1957. A short method of obtaining mean weight-diameter values of aggregate analyses of soils. Soil Science 83: 291-294.

CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE PROGÊNIES DE MARACUJAZEIRO AMARELO (*Passiflora edulis sims f. flavicarpa Degener*)

Marcus Vinicius Sandoval Paixão, Carmelita dos Santos Oliveira

IFES Campus Santa Teresa, São João de Petrópolis, Santa Teresa, ES. 29660-000. mvspaixao@bol.com.br;
carmelita_dosatos@hotmail.com

Objetivou-se avaliar frutos de progênies de maracujazeiro-amarelo no município de Jaguaré, norte do estado do Espírito Santo, por meio de características físicas e físico-químicas, buscando obtenção de plantas com características desejáveis para indústria de suco concentrado e fruto *in natura*. Foram avaliados seis progênies de polinização livre, oriundas de uma população formada pela mistura de sementes de plantas selecionadas no segundo ciclo de seleção massal. A partir de cinco frutos por planta, foram determinados eixo longitudinal, massa do fruto, espessura de casca, volume da polpa, massa da polpa, Brix, massa do suco, número de sementes por fruto, rendimento de suco. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparadas as médias pelo teste de Tukey. As progênies apresentaram variações para a maioria das características. Excetuando-se o diâmetro longitudinal, número de sementes e massa do suco que não apresentaram diferenças significativas, os outros fatores apresentaram diferença significativa. Os frutos da progenie 5 apresentaram as melhores características, seguidas das progênies 3 e 6. Todas as progênies apresentaram frutos com características desejáveis para o mercado *in natura* e indústria de suco.

Palavras-chave: maracujá, fruticultura, propriedades físico-químicas

Characterization of progenies yellow (*Passiflora edulis sims f. flavicarpa Degener*) passion fruit. Objective was to evaluate the fruits of progenies of yellow passion fruit in the city of Jaguaré, north of the state of the Espírito Santo, Brazil, through physical and physical-chemical, seeking production of plants with desirable characteristics for industry concentrated juice and fresh fruit. The study was conducted in six open-pollinated progenies, derived from a population formed by the mixture of seeds of selected plants in the second cycle of mass selection. Were collected five fruits per plant to analyze the following characteristics: the longitudinal axis; mass of the fruit, bark thickness, volume of the pulp, pulp weight, brix, juice weight, number of seeds per fruit, juice yield. Data were analyzed using analysis of variance and comparison of means by Tukey method. The progenies showed variations for most features. Except for the longitudinal diameter, seed number and mass of the juice showed no significant differences, other factors showed significant differences. The fruits of the progeny 5 had the best features, followed by progenies 3 and 6. All progenies showed fruit with desirable characteristics for the market and fresh juice industry.

Key words: passion fruit, fruits, physicochemical properties.

Introdução

O maracujazeiro (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*) é uma trepadeira lenhosa, perene, de crescimento contínuo. Apresenta gavinhas como estruturas de fixação.

A cultura do maracujazeiro no Brasil tem grande importância, tanto pela qualidade nutricional de seus frutos, e pelas propriedades farmacológicas das folhas, atribuídas à presença da maracujina e da passiflorina (Lima, 2002).

O maracujá tem grande relevância social, sendo cultivado predominantemente em pomares de 1 a 4 ha, permitindo fluxo de renda mensal equilibrado e longo período de safra, gerando empregos com a absorção e fixação de mão-de-obra no meio rural (Souza et al., 2002). No Brasil, a espécie mais importante, tanto para o mercado *in natura* como para processamento, é *Passiflora edulis* (maracujá azedo) e em menor escala, com comercialização restrita e importância regionalizada, existe cultivo de *Passiflora alata* (maracujá-doce) e *Passiflora quadrangularis* (maracujá melão), entre outras (Cunha et al., 2002).

O melhoramento genético da *Passiflora edulis* deve ser feito visando à possibilidade de colocá-la em mercados distintos, que variam desde o consumo da fruta fresca até o processamento industrial do suco concentrado a 50° Brix.

Na escolha de plantas matrizes, um fator relevante é atentar para a finalidade do fruto, seja para o mercado interno *in natura* ou indústria (Silva, 1998). Meletti e Bruckner (2001), citam que os frutos grandes e pesados seriam destinados ao mercado *in natura* e frutos com casaca fina e alto rendimento industrial, destinados ao mercado de fruta fresca e ao processamento.

As características externas do fruto constituem-se em parâmetros importantes avaliados pelos consumidores devendo atender a certos padrões para que atinjam a qualidade desejada e o valor na comercialização. Para o consumo *in natura*, os consumidores preferem frutos grandes, de boa aparência, elevado teor de açucres e pouco ácidos (Aguiar et al., 2015), classificação comercial adequada aos padrões do mercado, coloração uniforme, boa aparência, resistência ao transporte e boa conservação pós-colheita; enquanto para a agroindústria, os frutos precisam apresentar elevado rendimento de suco,

acidez total titulável e teor de sólidos solúveis totais elevados (Oliveira et al., 1994).

Quando destinado à indústria, devem-se associar alto teor de sólidos solúveis acima de 13° brix, casca fina e maior rendimento de polpa acima de 45% (Oliveira et al., 2008).

Segundo Manica (1981), a maior importância econômica do fruto de maracujá está no produto industrializado, sob a forma de suco concentrado congelado a 35° brix, o qual é embalado e armazenado a menos de 18°C. Nascimento (1996), cita que tanto a indústria de suco concentrado como o mercado da fruta *in natura*, consideram a espessura de casca um fator relevante para classificação do fruto, sendo inversamente proporcional ao rendimento de suco.

A seleção massal é eficiente para caracteres de fácil mensuração e que possuam considerável herdabilidade, e no caso dessa fruteira, tem-se o formato do fruto, teor de suco, teor de sólidos solúveis totais e vigor vegetativo (Oliveira, 1980).

Bruckner (2008a), ressalta a importância dos recursos genéticos para a capacidade de prover variabilidade genética a programas de melhoramento genético. É possível obter populações melhoradas para diversos caracteres de interesse, e ainda manter a variabilidade alélica para os locos de incompatibilidade (Suassuna et al., 2003). Após a constatação da existência de variabilidade, seja em populações naturais ou naquelas geradas a partir de cruzamentos controlados, devem-se utilizar diferentes estratégias para selecionar os melhores genótipos.

A avaliação da qualidade dos frutos é feito pelo critério aparência (Abreu et al., 2009). A fruta é considerada de qualidade quando atende às preferências dos diferentes segmentos de consumidores, observando suas características internas e externas, sendo as internas relacionadas ao sabor (sólidos solúveis e acidez) e conteúdo de suco (rendimento), e as externas relacionadas a uma boa aparência (cor da casca, tamanho, peso, ausência de defeitos dos frutos), atendendo a padrões definidos para que atinjam a qualidade desejada nos mercados (Ocampo, et al., 2013).

Segundo Coelho (2008) os frutos utilizados na indústria de sucos devem apresentar um peso superior a 200 g, o que gera um rendimento aproximado de 38% de suco, 12% de semente e 50% de cascas.

O gênero *Passiflora* é o maior e mais representativo da família Passifloraceae, possuindo de 400 a 500 espécies, onde aproximadamente 90% são originárias das Américas e muitas delas nativas do Brasil (Inglez de Souza e Meletti, 1997).

O rendimento de suco está relacionado com a época de produção de frutos, evidenciando-se no trabalho de Nascimento (1996), onde, na época de menor precipitação, este autor encontrou menor espessura de casca e maior rendimento de suco. Oliveira et al. 2008, cita que quando destinados a indústria, deve-se associar o rendimento de suco, de pelo menos 45%, casca fina e teor de sólidos solúveis totais acima de 13° Brix.

No maracujá-amarelo, os ganhos em peso de frutos devem ser acompanhados pelo maior rendimento de polpa, dimensões e formato mais ovalado do fruto, além do maior número de frutos por planta, a fim de garantir maior produtividade.

Objetivou-se avaliar as características físicas e químicas de seis progênies de maracujazeiro-amarelo no município de Jaguaré, por meio de características físicas e físico-químicas, visando obtenção de plantas com características desejáveis para indústria de suco e fruto *in natura*.

Material e Métodos

O experimento constou de uma etapa realizada a campo e outra em laboratório. A etapa a campo foi realizada em pomar comercial do Município de Jaguaré, situado a 70 metros de altitude, com coordenadas geográficas Latitude: 18° 54' 18" Sul, Longitude: 40° 5' 19" Oeste, em que frutos de seis progênies de maracujazeiro amarelo foram avaliados. O delineamento foi em blocos casualizados, com 5 blocos e 5 repetições. Em seguida no laboratório de fruticultura da Universidade Federal do Espírito Santo, campus do CEUNES foram determinadas as seguintes características físico-químicas dos frutos: eixo equatorial; eixo longitudinal; massa do fruto; espessura de casca; volume da polpa; massa da polpa; brix, massa do suco; número de sementes por fruto; rendimento de suco. Foi utilizado uma balança de precisão nas pesagens, paquímetro nas medições e becker para volume.

A metodologia para coleta foi definida a partir da caracterização das progênies dos frutos que foram

coletados em campo de produção no município de Jaguaré. O delineamento experimental foi montado em 5 blocos, sendo coletados 5 frutos de cada bloco em um total de 6 progênies.

Os trabalhos foram realizados no laboratório de análises da Universidade Federal do Espírito Santo, no Campus de São Mateus, CEUNES, da seguinte forma: diâmetro equatorial, diâmetro longitudinal e espessura da casca, foram medidos com paquímetro digital. Massa do fruto, da polpa com semente e do suco foram determinadas com balança digital de duas casas decimais. Volume da polpa com semente, foi determinado com proveta de 100 ml e graduação de 1 ml.

Teor de sólidos solúveis totais, determinado com refratômetro portátil. A contagem das sementes foi feita manualmente, as mesmas foram lavadas em água corrente sobre uma peneira e secas a sombra.

O suco foi extraído em liquidificador doméstico o qual teve a hélice recoberta com uma fita macia, em agitação com baixa rotação, sendo que para melhor extração foi adicionado 80 ml de água estéril. Este volume foi subtraído do total e retirado os materiais mucilaginosos das sementes. O rendimento percentual de suco foi calculado como massa de suco/massa do fruto x 100.

Os dados experimentais foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilks ($p>0,05$), para verificação da normalidade e à análise de variância, sendo as médias de cada característica comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Considerando o resultado para eixo longitudinal do fruto, não houve diferença significativa entre as médias das progênies citadas (Tabela 1). A variação observada no estudo ficou entre 83,29 e 88,81 (mm), o que mostra que todos os frutos estavam dentro do padrão desejado, valores maiores que os encontrados por Cavichioli et al. (2011), que foi de 80,7 mm.

Hurtado-Salazar et al. (2015) pesquisando maracujá em ambiente protegido obtiveram dados semelhantes, entre 81,28 e 89,05 (mm) sem diferença significativa.

No resultado para a massa do fruto, temos diferença significativa entre as médias das progênies. Pode ser verificado que a progénie 5 (326,04 g) obteve uma massa

Tabela 1 - Desempenho das progênies referente as variáveis avaliados

Progênie	Eixo longitudinal do fruto (mm)	Massa do fruto (g)	Espessura da casca (mm)	Massa da polpa c/ semente (g)	°Brix	Massa do suco (g)	Nº de Semente/fruto	Rendimento de suco (%)	Massa do Suco/Nº Semente
P1	88,81 a	256,81 b	8,93 ab	88,22 c	12,36 bc	29,62 c	395,8 a	11,25 b	0,079 a
P2	83,80 a	239,86b	10,54 a	87,80 c	12,80 a	44,44 bc	377,8 a	18,33 b	0,117 a
P3	86,96 a	165,82 c	6,77 b	131,65 ab	12,72 ab	78,28 a	446,8 a	46,49 a	0,173 a
P4	84,91 a	230,85 bc	8,09 ab	89,37 bc	13,00 a	42,84 bc	368,2 a	18,89 b	0,114 a
P5	84,96 a	326,04 a	7,16 ab	154,30 a	12,88 a	81,56 a	452,0 a	25,31 b	0,183 a
P6	83,29 a	265,52 ab	8,07 ab	117,15abc	12,16 c	66,64 ab	389,6 a	24,89 b	0,177 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

bem superior às outras progênies com diferenças significativa para as demais, e a progénie 3 (165,82 g), neste item, foi inferior as demais (Tabela 1).

Bruckner (2008b), cita que a massa do fruto é uma característica importante a ser melhorada, cuja seleção pode contribuir para rápido incremento na produtividade da cultura.

Akamine e Girolami (1959), descrevem frutos com massa média de 62,2 g em polinização aberta e de 112,2 g em polinização controlada. Maluf et al. (1989), estudaram 110 clones e encontraram média de massa de 87,7 g. Meletti et al. (1999a), obtiveram híbridos com 190 g de massa média do fruto e após sucessivos ciclos de seleção, níveis de produtividade de até 50 ton/ha/ano e Hurtado-Salazar et al. (2015) obtiveram massa média dos frutos variando entre 130,06 a 157,43 g e Zaccheo et al. (2012), com variações de 130,6 a 202,3 g.

Vê-se que, mesmo com diferenças significativas entre as progênies estudadas, a massa média dos frutos estudados esteve superior aos citados, caracterizando que a evolução na produção é evidente quando relacionamos o ano em que foram apurados os resultados citados e os resultados do presente trabalho.

De acordo com o resultado para espessura da casca, observa-se diferença significativa entre as médias da progénie 2 (10,54 mm) e a progénie 3 (6,77 mm) (Tabela 1), sendo que com as outras não houve diferença significativa. Vê-se uma diferença entre valores, quando as médias da progénie 2 é aproximadamente 40% maior que as da progénie 3, ficando as outras progênies com valores aproximados entre si, não variando significativamente pelo teste utilizado. Oliveira et al. (1987), obtiveram espessura de casca para o maracujá-amarelo, variando de 0,40 cm a 0,67 cm, podemos observar que as espessuras citadas são inferiores as

encontradas no presente trabalho. Viana et al. (2004), estudando 20 genótipos de maracujazeiro, encontraram espessuras de 0,369 cm e 0,359 cm. Mesmo considerando a diferença entre os valores encontrados, observa-se que estes superam os encontrados pelos autores citados, em valores consideráveis para a variável. Devemos considerar que casca menos espessa indicam maior rendimento de polpa, porém não podemos deixar de citar que cascas mais espessas tornam o fruto mais resistente a transporte.

O resultado para a massa de polpa nos mostrou diferença significativa entre as médias das progênies. Vê-se superioridade na progénie número 5 (154,30 g) seguida das progênies 3 (131,65 g) e 6 (117,15 g) (Tabela 1).

Negreiros et al. (2007), citam que o peso da polpa é o principal determinante das alterações no peso do fruto. Para Albuquerque et al., (2002) o peso da polpa é mais importante comercialmente que o peso da casca. Negreiros et al. (2007) encontraram massa de polpa entre 38,1 e 172,82 g, com médias aproximadas de 88,24 g. Considerando o que citam Alves et al. (2012), evidenciando que o pericarpo mais espesso reduz o diâmetro da cavidade interna do fruto, onde se acumula a polpa comestível, podemos observar que as progênies estudadas encontram-se dentro dos padrões citados, sendo que a maioria delas estão acima da média citada.

Quanto ao grau Brix, as progênies 2 (12,80), 3 (12,72), 4 (13,00) e 5 (12,88) (Tabela 1) não diferem estatisticamente, mostrando-se superior às progênies 1 e 6. A média de Brix encontrada, 12,55%, esteve abaixo dos valores citados por Gamarra Rojas e Medina (1996) e Chen et al. (1991), com 16,8° e 15,5° respectivamente e 13,7 a 15,4 por Aguiar et al. (2015).

Maluf et al. (1989), estudaram 110 clones e encontraram Brix de 15,3°. As diferenças nos teores de sólidos solúveis totais nos diferentes trabalhos com maracujá-amarelo podem ser consequência da variabilidade inherente à forma flavicarpa. Os resultados encontrados atualmente no mercado para valores de Brix ficam entre 13 e 18° (Ruggiero et al., 1996). Bruckner (2008b), cita que as maiores médias mensais são obtidas em dezembro, março, maio e junho, quando chegamos a teores entre 16 a 18° Brix.

Observa-se no resultado para a massa do suco, diferença significativa entre as médias das progênies, onde as progênies de número 5 (81,56 g), 3 (78,28 g) e 6 (66,64 g) (Tabela 1) não diferiram estatisticamente, apresentando-se com grande superioridade sobre as outras progênies.

Para número de sementes por fruto vê-se que não houve diferença significativa entre as médias das progênies citadas. O número de sementes por fruto obteve a média de 407,67, variando de 452 a 368,2 sementes por fruto entre progênies (Tabela 1) superior aos resultados encontrados por Senter et al. (1993), com 180 e 118 sementes por fruto, respectivamente. Maluf et al. (1989), encontraram em seus estudos sobre o maracujazeiro, o número de 110 a 127 sementes por fruto.

Considerando o resultado para rendimento de suco registrou-se diferença significativa entre a média da progénie 3 (46,49%) e as outras progênies citadas (Tabela 1). Nascimento (1996), conseguiu um rendimento de suco superior aos encontrados na pesquisa, quando em seu estudo, a progénie CCF-505 apresentou a menor espessura de casca (0,31 cm) e o maior rendimento de suco (57,7%), contra 46,49% que foi o maior rendimento de suco entre as progênies testadas nesta pesquisa. Lara et al. (1980) encontraram rendimentos de suco entre 26,0% e 31,5%, Viana et al. (2004) encontraram uma média de 34,58% enquanto Meletti et al. (1999b), encontraram 52,3% de rendimento de suco em maracujá amarelo.

Segundo Santos (2008), em estudo de características de uma população de 20 progênies, encontrou diferenças significativas a 1% de probabilidade entre as variáveis estudadas para rendimento de suco, quantidade de suco/semente e número de sementes, não encontrando diferenças significativas para massa fresca do fruto. Ruggiero et

al. (1996) citam valores máximos de 36% de rendimento de suco para maracujá atualmente disponível no mercado.

Comparando a qualidade dos frutos de dez procedências de maracujá doce, produzidas no Distrito Federal, Anselmo et al. (1998) observaram, dentre outras características, peso médio de fruto variando de 134 a 305 g e rendimento de suco variando de 19,6 a 24,0%. Pode ser visto que o rendimento de suco das progênies estudadas apresentam-se aquém dos resultados encontrados em estudos, excetuando a progénie 3 (46,49%) que apresentou resultados superiores aos citados. Ainda assim, pelo que existe no mercado brasileiro, as progênies estudadas encontram-se no padrão nacional.

Verifica-se que no resultado para a massa do suco/número de sementes, não ocorreu diferença significativa entre as médias das progênies citadas (Tabela 1). Os dados obtidos na literatura pesquisada mostram que as progênies estudadas, de uma forma geral, comportaram-se acima dos padrões gerais, sendo considerados como de boa qualidade.

Conclusões

A progénie de número 5 foi a que melhor se comportou, atingindo os melhores índices, seguida pelas progênies de número 3 e 6.

As progênies estudadas reúnem características adequadas para o consumo *in natura* e para a indústria de sucos.

Literatura Citada

- ABREU, S. de P. M. et al. 2009. Características físicoquímicas de cinco genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no Distrito Federal. Revista Brasileira de Fruticultura 31 (2): 487-491.
- AGUIAR, R. S. et al. 2015. Produção e qualidade de frutos híbridos de maracujazeiro-amarelo no norte do Paraná. Revista Brasileira de Fruticultura 37 (1):130-137.
- ALVES, R. R. et al. 2012. Relações entre características físicas e químicas de frutos de maracujazeiro-doce cultivado em Viçosa, MG. Revista Brasileira de Fruticultura 34 (2):619-623.
- ANSELMO, R.M. et al. 1998. Caracterização físico-química de dez procedências de maracujá doce. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 15. Poços de Caldas. Anais. Poços de Caldas, MG, Sociedade Brasileira de Fruticultura.

- ALBUQUERQUE, A. S. 2002. Possibilidade de seleção indireta para peso do fruto e rendimento em polpa em maracujá (*Passiflora edulis* Sims). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17. Belém, PA. Anais. Belém, PA, EMBRAPA.
- AKAMINE, E. K.; GIROLAMI, G. 1959. Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. Honolulu, University of Hawaii Agricultural Experiment Station. 44p.
- BRUCKNER, C. H. 2008a. Fundamentos do melhoramento de fruteiras. Viçosa, MG, UFV. 202p.
- BRUCKNER, C. H. 2008b. Melhoramento de fruteiras tropicais. Viçosa, MG, UFV. 422p.
- CAVICHIOLI, J. C. 2011. Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. Revista Brasileira de Fruticultura 33 (2):558-566.
- CHEN, C. S. et al. 1991. Evaluation of citrus processing system for passion fruit juice concentration. Proceeding Florida State Horticultural Society 104 (104):51-54.
- COELHO, A.A. 2008. Caracterização física e química dos frutos em função do tamanho e estádio de amadurecimento do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener.). Tese de Mestrado. Rio de Janeiro, RJ, Campos dos Goytacazes. Universidade Estadual do Norte Fluminense. 126p.
- CUNHA, M.A.P.; BARBOSA, L.V.; JUNQUEIRA, N.T.V. 2002. Espécies de maracujazeiro. In: Lima A. A. ed. Maracujá produção: aspectos técnicos. Brasília, DF, EMBRAPA. Serie Frutas do Brasil, n.15. pp.15-24.
- GAMARRA ROJAS, G.; MEDINA, V.M. 1996. Mudanças bioquímicas do suco de maracujá-amarelo em função da idade do fruto. Revista Brasileira de Fruticultura 18 (1):75-83.
- HURTADO-SALAZAR, A. et al. 2015. Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro-amarelo enxertado em espécies silvestres do gênero *passiflora* cultivado em ambiente protegido. Revista Brasileira de Fruticultura 37 (3): 635-643.
- INGLEZ DE SOUZA, J.S.; MELETTI L.M.M. 1997. Maracujá: espécies, variedades e cultivo. Piracicaba, SP, FEALQ. 179p.
- LARA, J.C. et al. 1980.. Processamento: produtos, caracterização e utilização. São Paulo, SP, ITAL, Frutas tropicais 9, Maracujá. 267p.
- LIMA, A.A. 2002. Introdução. In: Lima, A.A. ed. Maracujá produção: aspectos técnicos. Brasília, DF, EMBRAPA Serie Frutas do Brasil, n. 15. p. 9.
- MALUF, W.R. et al. 1989. Genetic gains via clonal selection in passion fruit *Passiflora edulis* Sims. Revista Brasileira de Genética 12 (4):833-841.
- MANICA, I.1981. Fruticultura tropical: maracujá. São Paulo, SP, Ceres. 160p.
- MELETTI, L. M. M. et al. 1999a . Caracterização de germoplasma de maracujazeiro. Revista Brasileira de Fruticultura 14 (2): 157-162, 1992. In: Reunião Técnica de Pesquisa em Maracujazeiro, Londrina, PR, SBF/IAPAR. pp.72-73.
- MELETTI, L. M. M. et al. 1999b. Híbridos AC série 270 primeira cultivar de maracujazeiro amarelo, Londrina, PR. Resumos. IAPAR. 64p.
- MELETTI, L.M.M.; BRUCKNER, C.H. 2001. Melhoramento genético. In Bruckner, C.H.; Picanço, M.C. Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre, RS, Cinco Continentes. pp.345-385.
- NASCIMENTO, T.B. do. 1996. Qualidade do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas no sul de Minas Gerais. Dissertação Mestrado. Lavras, MG, Universidade Federal de Lavras. 56p.
- NEGREIROS, J.R.S. et al. 2007. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá amarelo. Jaboticabal, SP. Revista Brasileira de Fruticultura 29(3): 546-549.
- OCAMPO, J. et al. 2013. Exploración de la variabilidad genética del maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) como base para un programa de fitomejoramiento en Colombia. Acta Agronómica (Palmira) 62 (4):352-360.
- OLIVEIRA, J.C. de. 1980. Melhoramento genético de *Passiflora edulis f. flavicarpa* visando ao aumento de produtividade. Dissertação Mestrado. Jaboticabal, SP, UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. 133p.
- OLIVEIRA, J.C. de et al. 1987. Caracterização e avaliação de germoplasma de *Passiflora edulis*. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, Campinas, 1988. Anais. Campinas, SP, SBF. v.2, pp.585-590.
- OLIVEIRA, J.C. et al. 1994. Aspectos gerais do melhoramento do maracujazeiro. In: São José, A.R. Maracujá: produção e mercado. Vitória da Conquista, Bahia, BA, DFZ/UESB.
- OLIVEIRA, E. J. et al. 2008. Seleção de progêneres de maracujazeiro amarelo com bases em índices multivariados. Pesquisa Agropecuária Brasileira 43(11):1543-1549
- RUGGIERO, C. et al. 1996. Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília, DF, EMBRAPA/FRUPEX. Publicações Técnicas, n 19. 64p.
- SANTOS, C. E. M. 2008. Controle genético de caracteres e estratégias de seleção no maracujazeiro azedo. Tese de Doutorado. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa. 86p.
- SENTER, S.D. et al. 1993. Yield and quality of juice form passion fruit (*Passiflora edulis*), Maypops (*P. incarnata*) and tetraploid passion fruit hybrids (*P. edulis x P. incarnata*). Journal of the Science and Food Agricultural 62 (1):67-70.
- SILVA, J. R. 1998. Propagação sexuada. In: Rugiero, C. Maracujá: do plantio a colheita. Jaboticabal, SP, FUNEP. 388p.
- SOUZA, J. da S. et al. 2002. Aspectos socioeconômicos. In: Lima A. A. ed. Maracujá produção: aspectos técnicos. Brasília, DF, EMBRAPA. Serie Frutas do Brasil, n.15. 10p.
- SUASSUNA, T. de M.F. et al. 2003. Self-incompatibility in passionfruit: evidence of gametophytic-sporophytic control. Theoretical and Applied Genetics 106 (2):298-302.
- VIANA, A. P. et al. 2004. Parâmetros genéticos em populações de maracujazeiro-amarelo. Revista Ceres (Brasil) 51(297):545-555.
- ZACCHEO, P. V. C. et al. 2012. Produção e características qualitativas dos frutos de híbridos de maracujazeiro-amarelo Revista Brasileira de Fruticultura 34 (4)1113-1120.

VARIABILIDADE GENÉTICA DE OSTRAS COLETADAS NO ESTUÁRIO DO RIO SUBAÉ, SÃO FRANCISCO DO CONDE - BA

**Ana Cleusa Santana Daltro, Darcilúcia Oliveira do Carmo de Almeida, Sabrina Baroni,
Ricardo Franco Cunha Moreira, Soraia Barreto Aguiar Fonteles, Norma Suely Evangelista
Barreto**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CCAAB, 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.
anacsdalstro@yahoo.com.br; darciluciac@yahoo.com.br

O presente estudo objetivou avaliar a variabilidade genética das espécies de ostras extraídas do rio Subaé, município de São Francisco do Conde – BA. Um total de 119 indivíduos do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897), foram coletados em quatro amostragens ao longo do estudo. Oito primers de ISSR diferentes foram utilizados para testes preliminares: (GGAC)₄, (GGAT)₄, (AAGC)₄, (TAGG)₄, (GACA)₄, (AACC)₄, (GGGT)₄ e (CACT)₄. Destes, quatro foram informativos para as análises: (GGAT)₄, (GGAC)₄, (GACA)₄ e (AACC)₄. Foram utilizados dados da matriz de dissimilaridade genética e método de agrupamento UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean). Todos os primers se mostraram polimórficos, com exceção do primer (GACA)₄, que se apresentou monomórfico. Foi observada a presença de 34 bandas, das quais 75% foram consideradas polimórficas, com uma média de 8,5 bandas por primer. A partir do ponto de corte com base na média (0,69) das distâncias da matriz de agrupamento dos dados quantitativos, foram formados cinco grupos, dentre os quais, os grupos III e IV apresentaram maior semelhança (0,7) e os grupos I, II e V, maior distância genética (0,6). Os primers utilizados neste estudo não apresentaram bons resultados para a identificação de espécies do gênero *Crassostrea*, porém, identificaram uma alta variabilidade genética nos indivíduos.

Palavras-chave: diversidade genética, *Crassostrea*, caracterização, maricultura

Genetic variability of oysters collected from the Subaé River estuary, São Francisco do Conde - BA. This study aimed at evaluating the genetic variability of the species of oysters taken from the Subaé River, municipality of São Francisco do Conde - BA, Brazil. A total of 119 specimens of the genus *Crassostrea* (Sacco, 1897), were collected in four samples throughout the study. Eight different ISSR primers were used for preliminary tests: (GGAC)₄, (GGAT)₄, (AAGC)₄, (TAGG)₄, (GACA)₄, (AACC)₄, (GGGT)₄ e (CACT)₄. Of these, four were informative for analysis: (GGAT)₄, (GGAC)₄, (GACA)₄ e (AACC)₄. We used data from genetic dissimilarity matrix through which indexes were obtained by UPGMA method. For the analysis we used data from the matrix of genetic dissimilarity and the UPGMA method. All primers showed polymorphic, with the exception of the primer (GACA)₄, which showed monomorphic. It was observed the presence of 34 bands, of which 75% were considered polymorphic, with an average of 8.5 bands per primer. From the cutoff point based on the average at a cutoff based on the average (0,69) of the distance matrix of data grouping quantitative five groups were formed, among them, the groups III and IV have higher similarity (0.7) and the groups I, II and V, the greater the genetic distance (0.6). The primers used in this study did not show good results for identification of species of the genus *Crassostrea*, however, identified a high genetic variability among individuals.

Key words: genetic diversity, *Crassostrea*, characterization, mariculture

Introdução

O Brasil possui o maior manguezal contínuo do mundo, estimado em 1,38 milhões de hectares ao longo de 6.800 km de costa, onde se encontram distribuídas as ostras do mangue, nome popular dado às espécies nativas do gênero *Crassostrea*, no entanto, sua distribuição e o número de espécies ainda não foram elucidados (Varela et al., 2007). A *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) e a *Crassostrea brasiliensis* (Lamarck, 1819) foram inicialmente identificadas nos manguezais do Atlântico na América do Sul. Estudos propõem que estas duas espécies sejam sinônimas, e que ainda, todos os morfotipos brasileiros *Crassostrea* são sinônimos de *Crassostrea rhizophorae* (Melo et al., 2010).

Esses moluscos bivalves podem ser encontrados aderidos a substratos duros, como as raízes de mangues e rochas na zona entremarés, caracterizando-se por uma plasticidade fenotípica extensa, de forma que durante o seu crescimento, suas conchas refletem o regime das marés e/ou a natureza do substrato. Sendo assim, apenas a utilização da morfologia apresenta-se insuficiente para a taxonomia e identificação dos indivíduos (Varela et al., 2007; Buitrago et al., 2009).

A correta identificação das espécies de ostra do gênero *Crassostrea* e suas distribuições são de suma importância para o cultivo e colheita nas populações nativas. A *Crassostrea rhizophorae* destaca-se, pois é cultivada em várias regiões do litoral brasileiro. O cultivo de ostras (ostreicultura) é um sistema de aquicultura ecológico simples, economicamente rentável, gerador de emprego, que pode promover a preservação e manutenção dos recursos naturais favorecendo a fixação das comunidades tradicionais costeiras em seus locais de origem (Varela et al., 2007; Legat et al., 2008).

Acredita-se que a sobrevivência de populações de *Crassostrea* pode estar sendo ameaçada pelas insuficientes informações quanto à distribuição das larvas e sua abundância, assim como da estrutura genética destes indivíduos e seu fluxo gênico. A preservação das espécies depende do comportamento do fluxo gênico intra e interpopulacional e da estrutura genética populacional, fatores que refletem a heterogeneidade, riqueza genética e saúde das populações sobre as regiões geográficas (Romero e Cetina, 2011).

Segundo Matioli e Passos-Bueno (2012), o desenvolvimento da técnica molecular de reação em cadeia da polimerase (PCR, do inglês, Polymerase Chain Reaction) aumentou muito a eficiência de detecção de polimorfismos no nível do DNA ou RNA, traduzida em redução de tempo de execução dos experimentos, de seu custo e da sua complexidade.

Atualmente existem muitas metodologias para a descrição da variabilidade genética e análises moleculares. Dentre estas análises, uma das técnicas utilizadas é ISSR (Inter Simple Sequence Repeats), que consiste na amplificação do DNA por PCR em presença de um oligonucleotídeo complementar para um microssatélite designado. Cada faixa corresponde a uma sequência de DNA delimitada por dois microssatélites invertidos. As sequências-alvo dos ISSRs são abundantes ao longo do genoma de eucariontes e evoluem rapidamente, bem como têm provado serem úteis dentro de populações de estudos genéticos, destacando-se em detecção clonal, diversidade e revelação de indivíduos proximamente relacionados (Souza et al., 2005).

A utilização de marcadores moleculares, aliada ao manejo reprodutivo adequado, pode contribuir para a redução da endogamia em programas de melhoramento genético (Moreira et al., 2007), ações de suma importância, a partir do momento em que a variabilidade genética é a responsável pela capacidade de adaptação de espécies marinhas a mudanças que ocorrem em seu habitat (Hilsdorf et al., 2002).

Com isso, objetivou-se avaliar a variabilidade genética das espécies de ostras extraídas do município de São Francisco do Conde - BA, no intuito de conhecer e identificar as populações locais, de forma a obter um melhor embasamento científico para propor o uso consciente dos recursos pesqueiros e uma maricultura de forma sustentável.

Material e Métodos

Coleta das amostras

Um total de 119 exemplares de ostras do gênero *Crassostrea* foram coletados de raízes de árvores do mangue em quatro amostragens durante o período estudado, em bancos naturais georreferenciados (Tabela 1). Estes dados de georreferenciamento foram utilizados na elaboração de um mapa (Figura 1) e na obtenção das distâncias entre os pontos de coleta

(Tabela 2). Após as coletas, o material foi encaminhado para o laboratório de Ictiogenética no Núcleo de Estudos em Pesca e Aquicultura (NEPA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Para cada indivíduo foi retirada uma porção de

aproximadamente 1 cm² do músculo adutor. Esse material foi devidamente colocado em microtubos, identificado, rotulado, estocado em álcool etílico absoluto, na proporção de 1:3 e armazenado em temperatura de 6°C.

Tabela 1. Georreferenciamento dos pontos de coleta dos espécimes amostrados no estuário do rio Subaé, São Francisco do Conde - Bahia, durante o período de outubro de 2010 a janeiro de 2012

Pontos de coleta das ostras	Coordenadas Geográficas
Ponto 01	S 12° 34' 09.0" / W 38° 41' 32.3"
Ponto 02	S 12° 35' 56.72" / W 038 42' 01.76"
Ponto 03	S 12° 36' 12.6" / W 038° 42' 01.5"
Ponto 04	S 12° 36' 07.7" / W 038° 42' 01.6"

Tabela 2. Distância entre os pontos de coleta de ostras no estuário do rio Subaé no município de São Francisco do Conde - Bahia

Relação entre os pontos de coleta	Distância
Ponto 01 ao ponto 02	3.428 m
Ponto 02 ao ponto 04	337 m
Ponto 04 ao ponto 03	151 m

Extração e quantificação de DNA

Todo o material amostrado foi dividido em duas porções: a primeira destinada à formação de um banco de tecidos e a segunda destinada às extrações do DNA genômico.

O DNA total dos exemplares foi extraído de acordo com o protocolo fenol:clorofórmio descrito por Sambrook, Sambrook et al. (1989). O DNA foi estocado em tapão TE e posteriormente estocadas em freezer a -20°C. A concentração e a qualidade do DNA isolado foram avaliadas por eletroforese em gel de agarose 1,4%, corado com brometo de etídio (1,5 µL). Para a corrida eletroforética foi utilizado 70 V e 500 mA, por 45 minutos. A foto-documentação do gel foi efetuada através do transluminador UV L.PIX Loccus Biotecnologia – Molecular Imaging acoplado a um computador contendo o Software com o mesmo nome, obtendo-se desta forma a concentração em ng/

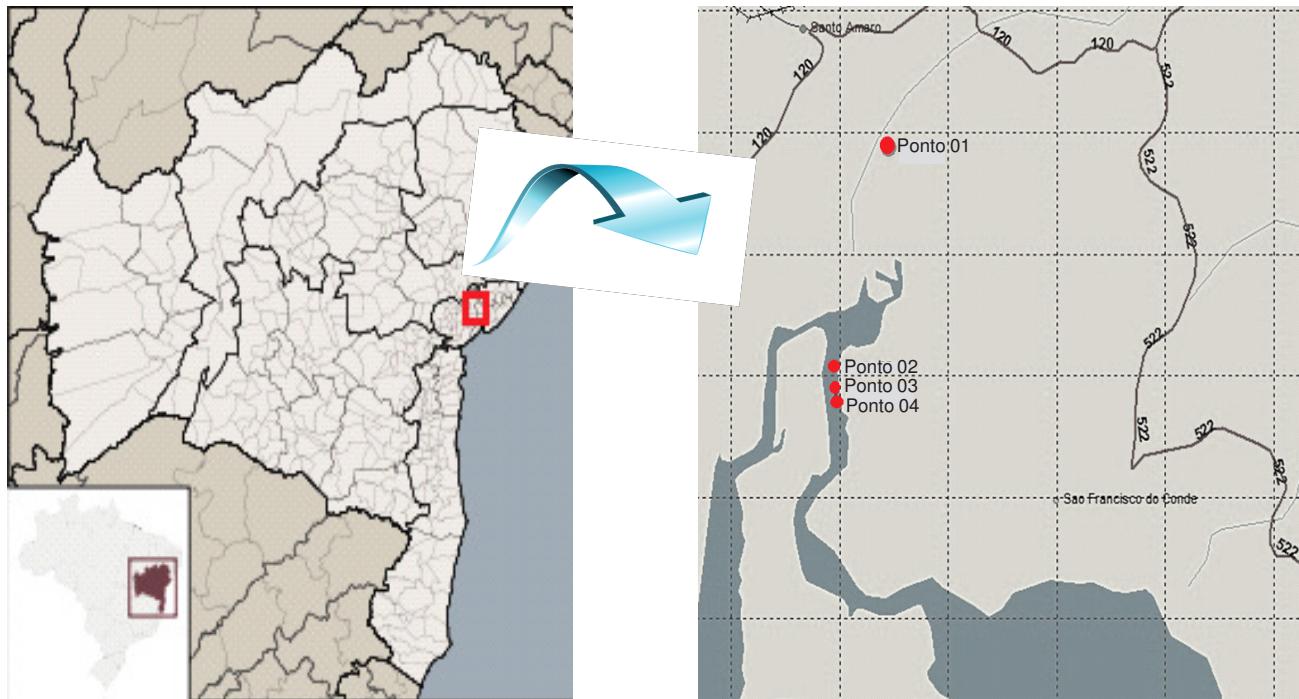


Figura 1. Mapa do município de São Francisco do Conde - Bahia, com os pontos de coleta das ostras.

íL a partir da quantificação visual, utilizando-se um programa Excel com dados fixos.

Para a amplificação do DNA, foram utilizadas as amostras (Tabela 3) em que o DNA se encontrava mais íntegro e de qualidade.

Tabela 3. Indivíduos amostrados por ponto de coleta no estuário do rio Subaé, no município de São Francisco do Conde - Bahia

Pontos de coleta	Indivíduos amostrados
Ponto 01	15
Ponto 02	23
Ponto 03	35
Ponto 04	46

Caracterização molecular das ostras

O DNA total foi submetido às amplificações pela reação em cadeia de polimerase (PCR), empregando-se primers tetranucleotídicos de sequência repetitiva simples (ISSR - Inter Simple Sequence Reapets), o qual foi selecionado a partir de testes preliminares com um total de oito primers diferentes, a saber: (GGAC)₄, (GGAT)₄, (AAGC)₄, (TAGG)₄, (GACA)₄, (AACCC)₄, (GGGT)₄ e (CACT)₄. Dos primers testados, quatro foram informativos para as análises: (GGAT)₄, (GGAC)₄, (GACA)₄ e (AACCC)₄. O DNA molde (20 ng) foi amplificado, em um volume final de 30 íL contendo 20 ng de DNA genômico, 20 mM de Tris-HCl (pH 8,4), 50 mM de KCl, 1,5 mm de MgCl₂, 0,2 mM de cada dNTPs, 0,3 íM do iniciador e 1,0 U de Taq DNA polymerase (Invitrogen, Carlsbad, CA). A amplificação foi realizada em termociclador Veriti 96 Well Thermal Cycler. Os programas utilizados para cada primer foram ilustrados nas Tabelas 4, 5 e 6. Os produtos de amplificação foram separados em gel de agarose a 2,0%, em tampão TBE 1x, corados com 3 µL de brometo de etídio. A eletroforese ocorreu com voltagem de 50 V e 400 mA, por duas horas e 30 minutos. A visualização dos padrões foi realizada sob luz ultravioleta e os géis fotografados em sistema de fotodocumentação de gel.

Análise estatística dos dados

Foi efetuada a avaliação das bandas de ISSR reprodutíveis como ausente (0) ou presente (1) para cada um dos indivíduos analisados. O loco foi considerado polimórfico quando o alelo foi visualizado

em uma frequência não superior a 0,99. As diferenças de acordo com a qualidade na intensidade das bandas não foram consideradas. Para a caracterização molecular dos espécimes trabalhados, foi calculada a distância de Jaccard. Os agrupamentos hierárquicos das análises a partir das matrizes de distância genética foram obtidos pelos métodos de UPGMA - Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (Sneath e Sokal, 1973) e gerados pelo programa de computador Genes. Os dendrogramas foram obtidos pelo programa Statistica (Statsoft, 2005)

Tabela 4. Programa de amplificação do DNA para o primer (GGAT)₄

Etapas	Temperatura	Tempo	Nº de ciclos
Desnaturação inicial	94°C	3 minutos	1
Amplificação	—	—	—
Desnaturação	94°C	40 segundos	30
Anelamento	62°C	40 segundos	
Extensão	72°C	1 minuto	
Extensão final	72°C	4 minutos	1
Resfriamento	8°C	Indeterminado	—

Tabela 5. Programa de amplificação do DNA para os primers (GGAC)₄ e (AACCC)₄

Etapas	Temperatura	Tempo	Nº de ciclos
Desnaturação inicial	94°C	3 minutos	1
Amplificação	--	--	--
Desnaturação	94°C	40 segundos	30
Anelamento	60°C	40 segundos	
Extensão	72°C	1 minuto	
Extensão final	72°C	4 minutos	1
Resfriamento	8°C	Indeterminado	--

Tabela 6. Programa de amplificação do DNA para o primer (GACA)₄

Etapas	Temperatura	Tempo	Nº de ciclos
Desnaturação inicial	94°C	3 minutos	1
Amplificação	—	—	—
Desnaturação	94°C	40 segundos	30
Anelamento	48°C	40 segundos	
Extensão	72°C	1 minuto	
Extensão final	72°C	4 minutos	1
Resfriamento	8°C	Indeterminado	—

Resultados

Todos os primers se mostraram polimórficos apresentando de 8 a 11 bandas, com exceção do primer (GACA)₄ que apresentou monomorfismo com apenas uma banda, podendo estar relacionado á alguma característica específica.

A maioria (34,45%) dos exemplares amostrados nos pontos 1, 2, 3 e 4 (grupo III e IV) apresentou uma maior similaridade genética, com exceção de quatro exemplares, três do ponto 1 e um do ponto 2, que apresentaram uma maior distância genética.

No primer (GGAT)₄ (Figuras 2 e 3), três indivíduos (3, 4 e 19) não apresentaram padrões de alelos específicos para o marcador, no entanto, os indivíduos amostrados apresentaram elevado polimorfismo. Com relação ao primer (GGAC)₄ (Figuras 4 e 5), os indivíduos de números 01, 02, 03, 18, 25, 26, 33, 35 e 38 não apresentaram padrões de bandeamento, entretanto, também foi visualizado expressivo polimorfismo, assim como no primer (AACC)₄ (Figuras 6 e 7). Nos primers (GGAC)₄ e (AACC)₄ foram observados os indivíduos com maior número de alelos (11). O primer (GACA)₄ (Figuras 8 e 9) se mostrou monomórfico, exceto para os indivíduos de números 02, 04, 15 e 28.

Os loci polimórficos presentes em três dos quatro marcadores do estudo, foram destacados pelos resultados da análise estatística, efetuado por meio da matriz de distância genética, que por sua vez foi gerada pelo programa Genes e o dendrograma (Figura 10) no programa Statistica.

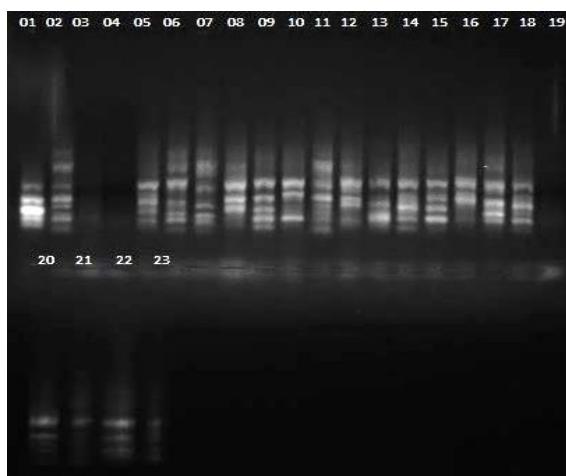


Figura 2. Produto da amplificação de DNA utilizando o primer (GGAT)₄ nos indivíduos amostrados nos pontos de coleta 1 e 2.

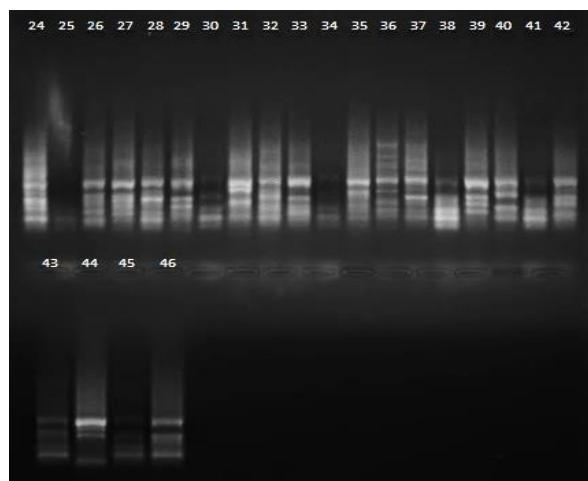


Figura 3. Produto da amplificação de DNA utilizando o primer (GGAT)₄ nos indivíduos amostrados nos pontos de coleta 3 e 4.

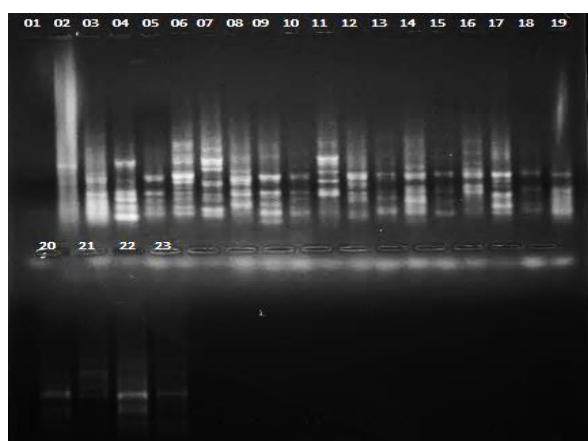


Figura 4. Produto da amplificação de DNA utilizando o primer (GGAC)₄ nos indivíduos amostrados nos pontos de coleta 1 e 2.

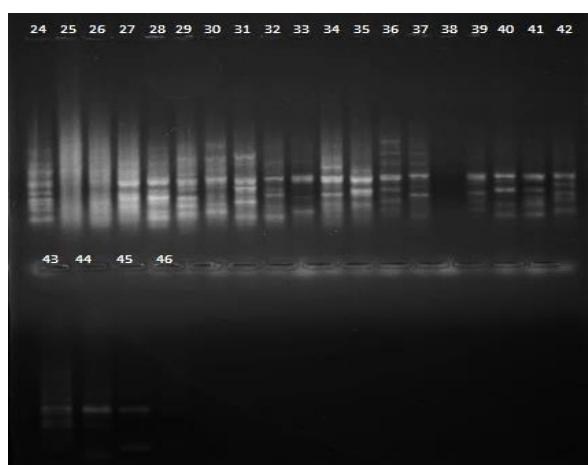


Figura 5. Produto da amplificação de DNA utilizando o primer (GGAC)₄ nos indivíduos amostrados nos pontos de coleta 3 e 4.

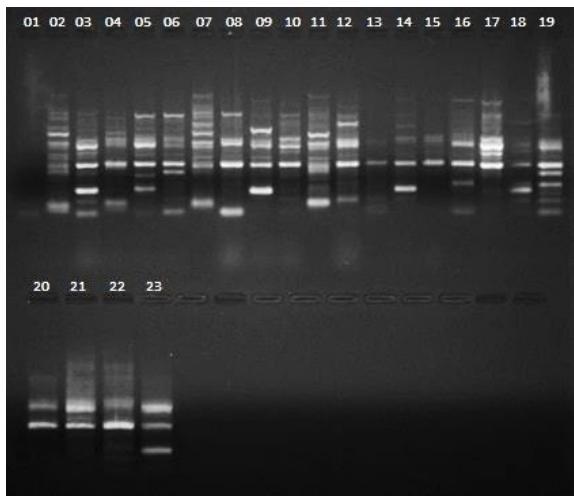


Figura 6. Produto da amplificação de DNA utilizando o primer $(\text{AACC})_4$ nos indivíduos amostrados nos pontos de coleta 1 e 2.

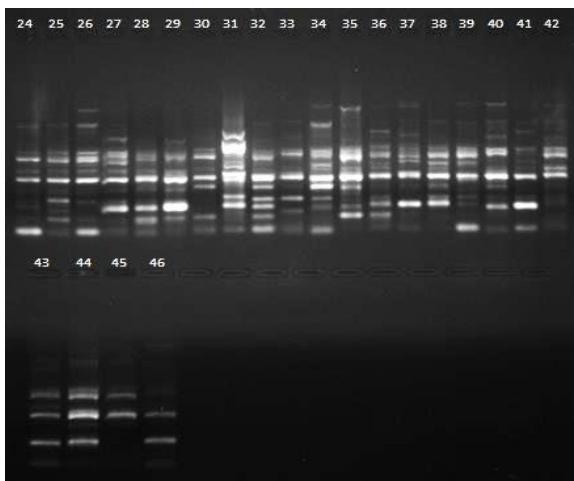


Figura 7. Produto da amplificação de DNA utilizando o primer $(\text{AACC})_4$ nos indivíduos amostrados nos pontos de coleta 3 e 4.

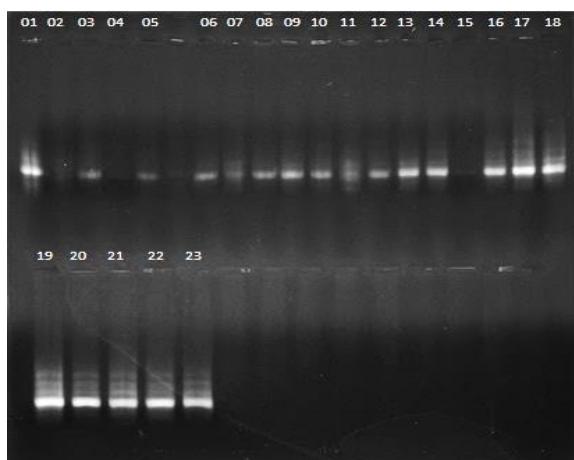


Figura 8. Produto da amplificação de DNA utilizando o primer $(\text{GACA})_4$ nos indivíduos amostrados nos pontos de coleta 1 e 2.

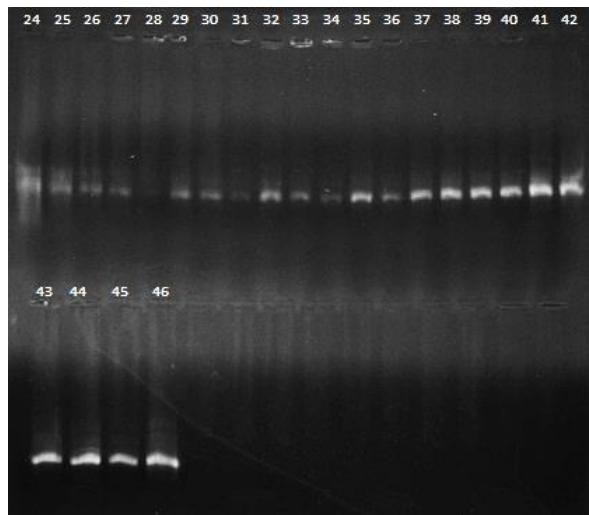


Figura 9. Produto da amplificação de DNA utilizando o primer $(\text{GACA})_4$ nos indivíduos amostrados nos pontos de coleta 3 e 4.

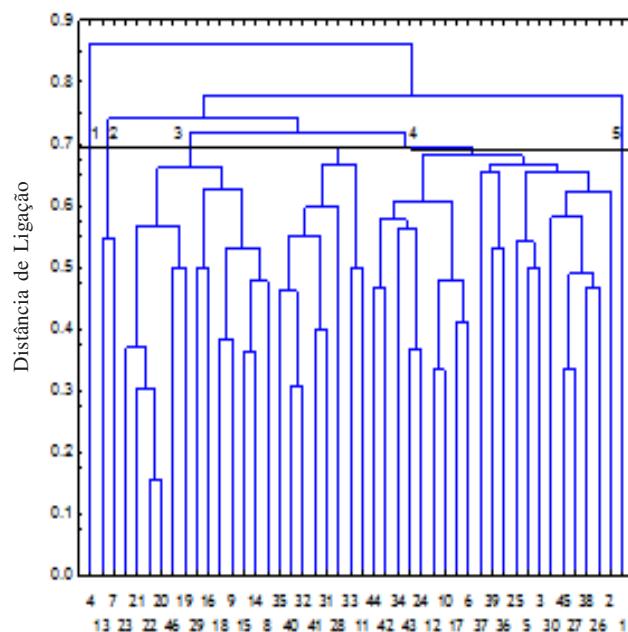


Figura 10. Dendrograma construído com base nas medidas de dissimilaridades genéticas de dados moleculares de 46 indivíduos de *Crassostrea* sp. obtido pelo método UPGMA com base na distância generalizada de Jaccard.

Com a utilização dos quatro primers de ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) selecionados, foi observada a presença de um total de 34 bandas, das quais 75% foram consideradas polimórficas, com uma média de 8,5 bandas por primer. O número de alelos gerados por primer variou entre um e 11, sendo para aqueles primers polimórficos, esse número variou de 8 a 11.

Através da matriz de dissimilaridade foram obtidos os índices pelo método de agrupamento UPGMA, em que foi realizada uma comparação dentre os fenótipos e retirada uma média ponderada com base no coeficiente de Jaccard. O coeficiente de dissimilaridade dos 46 indivíduos variou de 0,33 a 1,0. A distância genética mais alta (0,33) foi observada nos indivíduos 27 e 45, enquanto a distância genética mais baixa (1,0) foi representada nos indivíduos 1 e 4.

A partir do ponto de corte (Mingoti, 2005) com base na média (0,69) das distâncias da matriz (Figura 10) de agrupamento dos dados quantitativos, foram formados cinco grupos, apresentados na tabela 7, onde os grupos III e IV apresentam maior semelhança (0,7) e os grupos I, II e V, maior distância genética (0,6).

O grupo III é composto por 13 indivíduos coletados no ponto dois, enquanto que o grupo IV apresentou um maior número de indivíduos que os grupos um, dois e cinco (Tabela 7).

Tabela 7. Relação dos grupos de indivíduos coletados no estuário do rio Subaé, no município de São Francisco do Conde, definidos pela matriz de agrupamento dos dados quantitativos

Grupos				
I	II	III	IV	V
4	7,13	8, 9, 14, 15, 16, 18,19, 20, 21, 22, 23, 29,46	2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 17, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45	1

Discussão

Com os primers utilizados neste estudo não foi possível encontrar padrões espécie-específico para a correta identificação dos exemplares do gênero *Crassostrea* amostrados no estuário do rio Subaé, porém, identificaram uma alta variabilidade genética.

Todos os primers utilizados neste estudo se mostraram polimórficos e resultado semelhante foi encontrado na China por Li, Yu e Yu. (2006), onde foram estudadas cinco populações de ostra do Pacífico (*Crassostrea gigas*) de cultivos, utilizando sete loci microssatélites e todos foram altamente polimórficos, com o grau de variabilidade diferente em cada locus.

Li e Kijima (2002) isolaram nove microssatélites em ostras *Crassostrea gigas* no Japão, porém quatro

se mostraram altamente polimórficos, sendo que o grau de variabilidade foi diferente em cada locus.

No estudo com ostras de nove locais da costa brasileira utilizando a amplificação do DNA mitocondrial (16S rRNA), polimorfismos foram detectados em 155 locais e 112 destes eram informativos para parcimônia (Varela et al., 2007).

Com o primer (GACA)⁴ foi possível visualizar um padrão de bandeamento que pode significar uma característica específica. Entretanto, essa baixa variabilidade genética se torna prejudicial, pois, aumenta a possibilidade de originar distorções morfológicas nos indivíduos ou enfermidades que podem ocasionar a mortalidade da população inteira.

Semelhante resultado com relação ao monomorfismo, teve a pesquisa de Melo et al. (2010), ao utilizarem o sistema de diagnóstico ITS-2 e 16S no estudo de ostras *Crassostrea* spp., encontrando três padrões genéticos distintos que correspondiam às três espécies *Crassostrea rhizophorae*, *C. brasiliiana* e *C. gigas*, com variação intraespecífica baixa em todas as espécies, sendo que as *C. rhizophorae* e as *C. brasiliiana* foram monomórficas.

O ponto de coleta um foi o mais afastado entre todos os pontos, possuindo uma distância de 3.428 m até o ponto dois (Tabela 2). Do ponto dois ao ponto quatro a distância é de 337 m e do ponto três ao ponto quatro, 151 m. Isso se deve provavelmente pelo fato de as ostras se reproduzirem com a liberação de óvulos e espermatozoides na água pelas fêmeas e pelos machos respectivamente. Os óvulos quando fecundados ecodem dando início a fase larval, pelágica, movimentando-se através das correntes, que possibilitam o deslocamento dos indivíduos do ponto um até os pontos dois, três e quatro.

A fase larval pode ser resultado da adaptação à dispersão e seleção de habitat, enquanto a fase adulta representa especialização em crescimento e reprodução. Esta metamorfose é de suma importância na mudança e adequação no nicho ecológico (Taris et al., 2006).

Os grupos I, II e V foram compostos basicamente, por indivíduos coletados no ponto um, local com um nível elevado de poluição, caracterizado pela presença de descarga de esgoto doméstico e industrial no estuário, com acentuada presença de lixo. Esses fatores podem desencadear modificações no habitat natural das ostras, que a partir de um mecanismo

adaptativo de sobrevivência pode tornar-se geneticamente variáveis, desencadeando assim, uma maior distância genética.

A variação genética e a taxa de crescimento de diversas populações da ostra do mangue no litoral brasileiro merecem estudos aprofundados, sendo de relevância a possibilidade de existência de uma segunda espécie (*C. brasiliiana*), com crescimento bastante superior à ostra comum (*C. rhizophorae*), isso permite incrementar a produtividade em cultivos e solidificar a atividade, gerando novas oportunidades de empregos (Legat et al., 2009).

Contudo, a realização de novos estudos com as espécies do gênero *Crassostrea* presentes no estuário do rio Subaé, efetuando maior amostragem (tanto em número de genótipos, como em locais) e com mais primers ISSR a fim de genotipar melhor os indivíduos e/ou populações, é de suma importância para a aquisição de informações que auxiliarão programas de monitoramento das populações, permitindo a preservação do potencial genético dos exemplares dos bancos estudados, bem como, permitir a estabilidade da população ribeirinha que utiliza esse recurso como principal fonte de subsistência.

Conclusão

Os primers utilizados na técnica ISSR para estudo dos indivíduos não foram informativos para a identificação e caracterização de espécies do gênero *Crassostrea*, porém, os resultados informaram uma elevada variabilidade genética nas populações amostradas em São Francisco do Conde, Bahia.

Agradecimentos

Os autores expressam agradecimentos ao CNPq pela bolsa de Mestrado da primeira autora e a CAPES pela concessão de bolsa Pós Doutorado à segunda autora.

Literatura Citada

- BUITRAGO, E. et al. 2009. Identificación de factores que afectan al crecimiento y la supervivencia de la ostra de mangle, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), bajo condiciones de cultivo suspendido en la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Zootecnia Tropical 27(1):79-90.
- HILSDORF, A. W. S. et al. 2002. Mitochondrial DNA diversity in wild and cultured populations of *Brycon opalinus* (Cuvier, 1819) (Characiformes, Characidae, Bryconinae) from the Paraíba do Sul Basin, Brazil. Aquaculture 214:81-91.
- LEGAT, J. F. A. et al. 2008. Programa de Cultivo de Moluscos Bivalves da Embrapa Meio-Norte. Teresina, PI, Embrapa Meio Norte. 20p.
- LEGAT, A. P. et al. 2009. Caracterização genética de ostras nativas do gênero *Crassostrea* no Brasil: base para o estabelecimento de um programa nacional de melhoramento. Teresina, PI, Documentos Embrapa Meio-Norte, 192. 21 p.
- Li, Q.; KIJIMA, A. 2002. Identification of novel microsatellite loci in the pacific oyster (*Crassostrea gigas*) by magnetic brad hybridization selection. Tohoku Journal of Agricultural Research 53 (1-2):53.
- Li, Q.; YU, H.; YU, R. 2006. Genetic variability assessed by microsatellites in cultured populations of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in China. Aquaculture 259:95-102.
- MATIOLI, S. R.; PASSOS-BUENO, M. R. 2012. Métodos baseados em PCR para análise de polimorfismos de ácidos nucléicos. In: Matioli, S. R.; Fernandes, F.M.C. org. Biologia molecular e evolução. 2 ed. Ribeirão Preto, Holos, Editora. pp.181-190.
- MELO, C. M. R. et al. 2010. *Crassostrea gigas* in natural oyster banks in southern Brazil. Biological Invasions 12: 441-449.
- MINGOTI, S. A. 2005. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte, MG, Editora UFMG. 295p.
- MOREIRA, A. A. et al. 2007. Variabilidade genética de duas variedades de tilápia nilótica por meio de marcadores microssatélites. Pesquisa Agropecuária Brasileira 42(4):521-526.
- ROMERO, F. R.; CETINA, J. T. 2011. Discontinuidad geográfica y variabilidad genética en *Crassostrea rhizophorae* guilding del sureste de México. México, Universidad y Ciencia, Villahermosa, 27(1):71-83.
- SAMBROOK, J. H.; FRITSCH, E. F.; MANIATS, T. 1989. Molecular Cloning. A laboratory manual. 2^a ed., cold spring habor.
- SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. 1973. Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification. San Francisco, W. H. Freeman. 573p.
- STATSOFT, INC. 2005. Statistica (data analysis software system). Version 7.1. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em: 12/12/2014.
- SOUZA, V. Q. de. et al. 2005. Dissimilaridade genética em mutantes de aveia tolerantes e sensíveis a ácidos orgânicos. Bragantia (Brasil) 64(4):569-575.
- TARIS, N. et al. 2006. Phenotypic and genetic consequences of size selection at the larval stage in the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 333:147-158.
- VARELA, E. S. et al. 2007. Molecular phylogeny of mangrove oysters (*Crassostrea*) from Brazil. Journal of Molluscan Studies 73:229-234.

A IMPLANTAÇÃO DA APA PENEDO - RJ: ENTRE A CRIAÇÃO DE NOVAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E VELHAS PRÁTICAS

Hamilton Francisco de Souza Filho e Hélio Molin Curti Junior

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Rodovia BR 465, km 7, Seropédica, Rio de Janeiro. 23851-970.
hamsouza@yahoo.com.br; hcurti@bol.com.br

As áreas de proteção ambiental (APA) fazem parte do grupo de unidades de conservação de uso sustentável e têm como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. O objetivo desta pesquisa foi analisar o contexto atual das áreas de proteção ambiental brasileiras e o surgimento de novas unidades como a APA municipal de Penedo - RJ. Os dados foram coletados por meio da pesquisa participativa, de entrevistas e questionários. Ao todo participaram 326 alunos de escolas da rede pública presentes dentro da unidade. Segundo a tendência do cenário nacional deste grupo de UC, apesar de todos os participantes residirem no interior da unidade e saberem que o local é uma área protegida, a maioria não soube dizer o que é uma APA e quais são seus objetivos. Ao término do trabalho concluiu-se que além da criação dessas áreas é necessário informar e envolver a população local na sua gestão e implantação para que sua conservação seja atingida.

Palavras-chave: Áreas protegidas, Políticas públicas, Conservação, APA, sustentabilidade

The implantation of APA Penedo - RJ: between the creation of the new conservation units and old practices. The environmental protected areas (APA) are part of the group of units of conservation of sustainable use and its basic objectives protect diversity biological, disciplinary the occupation process and ensure the sustainable use of natural resources. The aim of this research was to analyze the current context of the brazilian environmental protection areas and the emergence of new units as the APA of Penedo - RJ, Brazil. Data were collected through participatory research, interviews and questionnaires. Altogether participated 326 students from public education within this unit. Following the trend of the national scenario of this UC group, although all reside inside the unit and know that they live in a protected area, the most cannot tell what are an APA and your objectives. Finally it was concluded that apart from the creation of these areas is necessary to inform and involve local people in the management and deployment so that their conservation is achieved.

Key words: Protected areas, Public policy, Conservation, APA, sustainability

Introdução

A criação de áreas protegidas no Brasil se desenvolveu em diferentes momentos da sua história (Mercadante, 2001; Medeiros, 2006). Essas áreas podem ser definidas como uma área terrestre e/ou marinha especialmente dedicada à proteção, à manutenção da diversidade biológica e dos recursos naturais e culturais associados, manejados através de instrumentos legais ou outros instrumentos efetivos (IUCN, 1994).

O ano de 2000 foi marcado por uma importante modificação na estrutura de grande parte das áreas protegidas brasileiras. Finalmente, foi concretizada a ambição surgida no final dos anos 70 de estabelecer um sistema único - o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Através deste sistema foram definidos critérios mais objetivos para a criação e gestão de algumas tipologias e categorias de áreas protegidas que antes se encontravam dispersas em diferentes instrumentos legais (Drummond, 1997; Medeiros, 2006).

Após doze anos de intensas discussões, seu texto final foi dado pela Lei 9.985/2000 que estabeleceu 12 categorias de unidades de conservação (UC) reunidas em dois grupos: unidades de proteção integral e de uso sustentável (Brasil, 2000). O primeiro grupo - Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre - seguiu as tendências preservacionistas com o objetivo de "preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais". O segundo grupo - Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural - claramente conservacionista, permite "compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais" (Mercadante, 2001; Mittermeier et al. 2003; ICMBIO, 2016).

A Área de Proteção Ambiental (APA) faz parte do segundo grupo de uso sustentável. Ela é definida pelo SNUC como uma área extensa, em geral, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2000). Ainda,

conforme IUCN (1994) e Valverde (2009) as APAs, os mosaicos de UCs e as reservas da biosfera podem ser classificadas internacionalmente como a categoria Paisagem Protegida, por compatibilizar os componentes humanos, biológicos e geomorfológicos.

Segundo Rylands e Brandon (2005) esta categoria disciplina as atividades humanas de forma a proporcionar o uso sustentável dos recursos naturais e a qualidade ambiental para as comunidades locais por meio de planos de manejo e zoneamento, podendo-se inclusive delimitar áreas de proteção integral da vida silvestre em seu interior e entorno. Esse mecanismo tem sido largamente adotado no Brasil como zona tampão para categorias mais restritivas como parques e reservas, estando mais próximas de um mecanismo para ordenamento do uso da terra do que uma área protegida verdadeira (Rylands e Brandon, 2005).

Por permitirem o uso sustentável e a presença de terras públicas e/ou privadas, sua criação pode contribuir para desmistificar a visão tradicional pautada na dicotomia perpetuada em outras categorias, como os parques nacionais, onde o componente humano é excluído dos processos naturais (Diegues, 2001). É a partir dessa dicotomia, entre a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento socioeconômico das comunidades, que surgem os principais conflitos ambientais (Brito, 2000). Para o autor citado, o próprio ato de criação de uma UC é por si só limitador das atividades econômicas e culturais das populações residentes na área, principalmente devido à imposição de diversas restrições legais.

Deste modo, um dos temas mais controversos é a questão das populações locais, tradicionais ou não, que moram nas áreas estabelecidas como unidades de conservação e no seu entorno. Diversos autores defendem a participação efetiva dessas comunidades na sua criação e implantação para que seus benefícios sejam percebidos e compartilhados (Arruda, 1999; Diegues, 2001; Pádua, 2002). Pádua (2002) defende inclusive a necessidade de inserção das UCs no processo de desenvolvimento econômico local, como já acontece em outros países.

Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo analisar o panorama atual das APAs no Brasil e avaliar a implantação da Área de Proteção Ambiental de Penedo - RJ e a participação da população local nesse processo.

Material e Métodos

Área de Estudo

A APA Penedo foi criada pelo governo municipal de Itatiaia, cidade situada no sul do estado do Rio de Janeiro que tem seus limites junto aos municípios de Resende/RJ e de Bocaina de Minas/MG (Figura 1).

Sua área total é de 3.014 ha e encontra-se na microbacia hidrográfica do Rio das Pedras, bioma da Mata Atlântica. O local possui importantes remanescentes de Floresta Ombrófila Densa Montana, típica de áreas onde a altitude varia de 650 a 1.500 metros (IBGE, 2012). Penedo compartilha a extraordinária diversidade de fauna, flora, montanhas, rios e cachoeiras do Itatiaia, na região das Agulhas Negras.

A unidade faz parte do vale do rio Paraíba do sul onde, na passagem do século, as plantações de café abandonadas providenciaram um testemunho mudo das devastadoras práticas existentes e da advertência da conservação (Dean, 2002). Nas três primeiras décadas

do século passado, após a decadência da economia cafeeira, Penedo era uma região de pastos para gado leiteiro, com poucos vestígios da exuberante Mata Atlântica que existia em toda a região (Itatiaia, 2012).

No ano de 1929, a região acolheu um grupo de imigrantes finlandeses, liderados pelo naturalista Toivo Uuskallio, motivados pela possibilidade de construir uma nova vida junto à natureza. No entanto, a cultura do café e, depois, as queimadas anuais para formação de pastagens esgotaram o solo, dificultando o cultivo das terras, o que obrigou a então Colônia Finlandesa a buscar alternativas de sobrevivência. Assim, nasceram as primeiras pousadas, inicialmente nas casas dos colonos, atraindo visitantes em busca de bom clima, alimentação e terapias saudáveis e naturais (Itatiaia, 2012).

Atualmente, o local possui uma das maiores redes de hotéis e pousadas do estado do Rio de Janeiro, aproveitando-se dos atrativos locais e de seus limites ligados ao Parque Nacional de Itatiaia, primeiro parque nacional do Brasil criado em 1937.

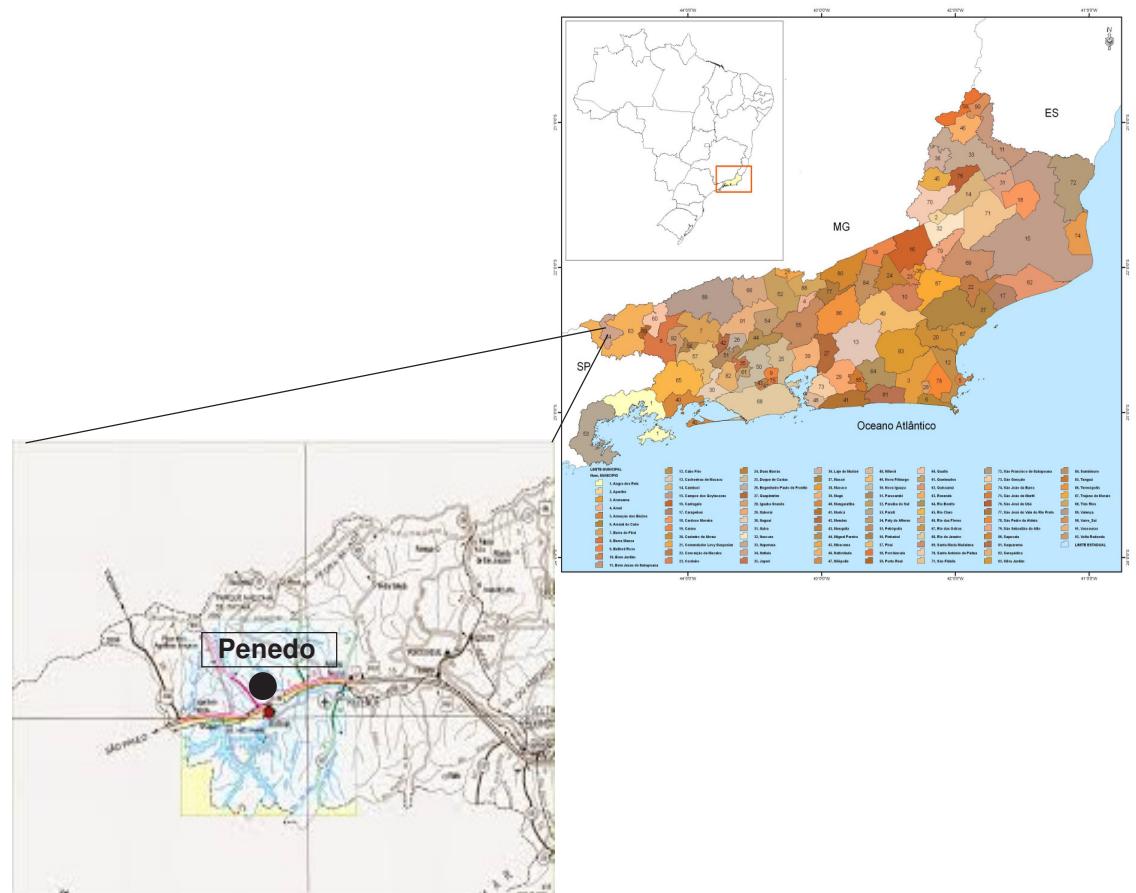


Figura 1- Localização geográfica da APA Penedo, em Itatiaia, Rio de Janeiro. Fonte: LAGEAM, 2016.

Coleta e análise dos dados

Para a realização deste trabalho foi feito um amplo levantamento bibliográfico e documental utilizando o Banco de Dados sobre Unidades de Conservação (ICMBIO, 2016), o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (MMA/CNUC, 2016) e o Portal da Legislação do Governo Federal (Brasil, 2016). Os dados foram analisados conforme a técnica de análise de conteúdo de Bardin (1977) compreendendo as fases de: 1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A metodologia de coleta de dados baseou-se nos princípios da pesquisa participante conforme Thiollent (2002) por meio da observação direta em campo, entrevistas e a aplicação de um questionário semi-estruturado (Thiollent, 2002; Boni e Quaresma, 2005). A pesquisa compreendeu os anos de 2009 a 2012 e participaram os membros da comunidade escolar presentes nas três escolas públicas localizadas dentro da APA Penedo. Nas entrevistas foram abordadas questões relativas às condições socioeconômicas da população local, sua relação com o ambiente em que vivem e com o processo de gestão da APA.

Resultados

Há atualmente, entre unidades federais, estaduais e municipais, 271 APAs no Brasil totalizando uma área de 441.973 km². As federais somam 32 unidades (99.877 km²), estaduais 184 unidades (334.812 km²) e municipais 55 unidades (7.284 km²). Nesta categoria, denominada de multiuso, a área de floresta totaliza 42.987 ha, considerando apenas unidades federais e estaduais (SFB, 2013).

Das 32 APAs federais, apenas 13 possuem planos de manejo (41%). Porém, desse número somente três unidades estão dentro dos limites legais de vigência, enquanto todos os outros precisam ser revisados. Na média, o documento leva em torno de 12 anos para ser elaborado. Entretanto de acordo com o SNUC, o plano de manejo deve ser elaborado em até cinco anos após sua criação. Por meio de uma instrução normativa do órgão gestor do sistema do ano de 2013 foi definido que o período de revisão do plano deve agora constar no próprio documento, o que não ocorria anteriormente (ICMBIO, 2013).

O SNUC estabeleceu ainda que esta categoria deve assegurar a ampla participação da sociedade na elaboração, implantação e atualização dos planos de manejo e conselhos. Atualmente, a principal via de ligação entre gestores de UC e sociedade local são justamente os conselhos, sejam consultivos ou deliberativos. Considerando novamente apenas as APAs federais, do total de 32 unidades 26 possuem seus conselhos formalizados (81%).

A APA municipal de Penedo foi criada 2008 e sofreu uma recategorização, já que antes era um parque - Parque Municipal Turístico e Ecológico de Penedo. Seus objetivos iniciais eram proteger os ecossistemas locais, promover a preservação do potencial hídrico da região e compartilhar o desenvolvimento socioeconômico com as características peculiares (Itatiaia, 2008).

Contudo, após seis anos de sua criação, a unidade não possui plano de manejo, conselho e zoneamento-ecológico-econômico (ZEE). Além disso, todas as atividades referentes à sua implantação e gestão encontram-se paralisadas, devido à ineficiência da prefeitura local e a conflitos referentes à atividade turística e imobiliária. A localidade tem um histórico, que não difere de outras realidades brasileiras, onde sua administração é pautada por interesses diversos, como políticos e econômicos, e não por suas características naturais e culturais. A população presente dentro da APA é formada por núcleos familiares contrastantes, com a presença de moradias de alto padrão e outras de condições precárias.

As entrevistas foram feitas com membros da comunidade e do corpo docente/pedagógico das três escolas públicas localizadas dentro dos limites da APA-Colégio Municipal Dom Ottorino Zanon, Colégio Estadual Ezequiel Freire e Colégio Municipal Fernando Octávio Xavier. Ao todo participaram 326 alunos de 17 turmas do ensino fundamental, ensino médio e educação de jovens e adultos (EJA), tendo o retorno de 75,8% dos questionários enviados (Tabela 1).

Todos os participantes da pesquisa residem dentro dos limites da APA e moram cerca de cinco a dez anos no local. A constituição familiar é composta de três a cinco pessoas e com faixas etárias variando de 15 a 80 anos. Há também moradores de veraneio que tem Penedo com uma segunda casa de fim de semana.

Tabela 1 - População amostral dos alunos participantes da pesquisa

Nome	Total de turmas	Matriculados	Ausentes	Presentes	(%)
C.M. Ottorino Zanon	8	243	48	195	80,2
C.E. Ezequiel Freire	3	80	21	59	73,7
C.M. Fernando Octávio	6	107	35	72	667,3
TOTAL	17	430	104	326	76,8

Alguns residentes participam de grupos organizados, como igrejas e associação de moradores. Porém não foram verificados seu envolvimento em partidos políticos, organizações não governamentais e sindicatos.

Os núcleos familiares são formados por jovens, empregados, com renda média de dois salários míнимos, subempregados e desempregados. Em geral, são trabalhadores que fornecem serviços básicos nos hotéis, restaurantes, lojas, pousadas e na construção civil para médios e grandes empresários dos setores turístico e imobiliário local. Embora esta população se beneficie da atividade turística local há uma grande carência quanto ao fornecimento de serviços públicos como acesso à saúde, educação, transporte e lazer.

Devido à característica sazonal do turismo há muitas vagas temporárias e outras que requerem baixa escolaridade, o que resulta numa menor renda familiar. Penedo tem um grande potencial econômico e nas últimas décadas a exploração da área tem se intensificado. Há um forte incremento de construções e empreendimentos imobiliários, além de “posses” irregulares, muitas localizadas em Áreas de Proteção Permanente (Itatiaia, 2012).

A população local demonstra preocupação com a destruição dos atributos naturais da região já que a atividade turística ligada à natureza é a principal fonte de postos de trabalho. As pousadas, hotéis, restaurantes e lojas comerciais locais são afetados diretamente pela degradação ambiental, como a poluição dos rios e cachoeiras, com a diminuição do fluxo de turistas.

Entre os problemas ambientais lembrados pelos entrevistados os principais são ligados ao lixo, à especulação imobiliária, a ação de extratores ilegais de palmito, o desmatamento, o despejo de esgoto in natura pela rede hoteleira e moradores nos rios, além da falta de informações e conscientização.

A coleta e destinação do lixo foi o principal problema ambiental apontado pela pesquisa. Embora exista coleta de lixo semanal, foi relatada a ocorrência de lixo espalhado pelas ruas. Outros problemas encontrados foram o desmatamento, a caça, extração de palmito, introdução de espécies exóticas.

Um ponto importante a se destacar é o fato dos moradores terem acesso à água e esgoto, porém a maioria desconhece a origem e tratamento da água consumida ou a destinação do esgoto. A água potável da APA é fornecida pela prefeitura local, tratada apenas com cloro, ou é retirada diretamente de minas e fontes naturais. Quanto ao esgoto não existe nenhuma estação de tratamento (Itatiaia, 2012).

O reconhecimento de Penedo como uma área protegida pelos seus moradores mostrou-se positiva já que a maioria afirmou que realmente possuía esta informação (53%). Entretanto a maior parte da população desconhece o que é uma APA (51,5%) e tampouco sabem quais são os objetivos de uma APA segundo o SNUC (55,5%).

Para agravar esses dados, apresentados na Tabela 2, durante todo o período da realização desse estudo não houve nenhum trabalho de Educação Ambiental ou de comunicação, seja com os alunos das escolas ou com a comunidade. No portal de entrada de Penedo há um centro de visitantes destinado a receber os turistas, que apenas informa as principais atrações do local e seus hotéis, não comunicando que Penedo é uma APA e nem quais os procedimentos permitidos ou não no seu interior.

Em contrapartida, o conhecimento ambiental, tradicional e cultural da população local não é aproveitado na gestão da APA, fato constatado pela fraca participação popular na criação e pela inexistência do seu conselho. A comunicação é comprometida pelas ações pulverizadas dos órgãos municipais, prevalecendo os interesses econômicos locais na sua administração.

Tabela 2 - Nível de conhecimento da população local sobre a APA de Penedo e esta categoria de UC

Respostas dos entrevistados	Sim		Não		Sem resposta	
	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.
Sabe que Penedo é uma APA	173	53	138	42,5	15	4,5
Sabe o que é uma APA	144	44	167	51,5	15	4,5
Sabe o objetivo de uma APA	131	40	180	55,5	15	4,5

Discussão

A área total das APAs no Brasil é a maior dentre todas as categorias do SNUC e se aproxima do tamanho de todo o grupo de proteção integral, que é de 520.208 km² (ICMBIO, 2016). Contudo, de acordo com o relatório de efetividade de gestão das unidades de conservação federais brasileiras, apesar da elevação no índice geral de efetividade de todas as categorias, ficaram explícitos pontos críticos principalmente no que se refere às APAs (ICMBIO, 2011).

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) fez uma avaliação comparada das aplicações do método Rappam nas unidades de conservação federais, nos anos de 2005-06 e 2010. As Áreas de Proteção Ambiental federais tiveram destaque negativo acentuado quanto à situação de pressão observada em ambos os anos de avaliação com valores superiores ao dobro das respectivas médias nacionais. A categoria obteve números abaixo da média em praticamente todos os índices de criticidade, principalmente quanto às pressões associadas à ocupação humana e as influências externas. A comunicação e informação em APA, porém, foi o pior ponto avaliado com variação maior que dez pontos percentuais negativos (ICMBIO, 2011).

Esse fato não é exclusivo das APAs, na verdade todo o sistema de unidades de conservação apresentou falhas no reconhecimento da participação efetiva das comunidades locais na gestão de UCs, além do acesso da equipe e das comunidades locais aos resultados gerados pelas pesquisas realizadas no seu interior.

Para ilustrar a situação, as APAs de Cananéia-Iguape-Peruíbe e Guarareçaba têm planos de manejo ainda de 1984 e 1985, respectivamente, sem qualquer revisão até hoje (ICMBIO, 2011). Destaca-se ainda a pouca participação das populações locais no conselho das UCs, além da deficiência no acesso a comunicação e informação (Simas-Pereira e Medeiros, 2011).

Interessante chamar atenção que no aspecto legal, o SNUC não define qual tipo de conselho deve existir para a categoria APA, se deliberativo ou consultivo (ICMBIO, 2013). O SNUC exige a criação de conselhos deliberativos para Resex, RDS e Reserva da Biosfera e conselhos consultivos para as UCs de Proteção Integral, Flona/Flota e Mosaico de UCs. As APAs devem ter conselhos consultivos, segundo o parecer jurídico do ICMBio (uma vez que o SNUC não especifica qual o tipo de conselho para as APAs). Alguns Estados definiram por lei ou decreto o tipo de conselho para algumas categorias de UC. Onde não houver legislação estadual específica, aplica-se o que determina o SNUC (Palmieri e Veríssimo, 2009).

No caso da APA Penedo, quando primeiramente categorizada como Parque Municipal Turístico e Ecológico de Penedo – PAMTEP em 1995, houve a mobilização da comunidade local. Isso devido ao crescimento da ocupação desordenada do solo e seu potencial turístico, principal economia do lugar, que depende diretamente do meio ambiente e das paisagens preservadas. Porém, quando foi reenquadrada para uma categoria menos restritiva, fato incomum, não teve praticamente nenhuma participação popular e maior inferência governamental.

Essa forma de criação de unidades de conservação tem sido criticada por autores como Padua (2002) em todos os níveis de governo. Um dos aspectos é a proliferação de unidades sem base técnica e, às vezes, sem necessidade. Interesses políticos locais ou apenas interesses pessoais de representantes políticos têm levado a práticas de inauguração de unidades de conservação sem estudos prévios, sem planejamento, sem consulta pública, sem recursos e menos ainda para implantação ou manejo (Padua, 2002).

Dificuldades de gestão semelhantes são enfrentadas por outras unidades como a APA federal de Petrópolis. Primeira APA do Brasil criada em 1982, sua proposta se apresenta ainda hoje como aberta e

inovadora, porém, tal inovação no modelo de unidades de conservação esbarra na gestão pública de baixa eficiência e na visão preservacionista dominante nas esferas técnicas (Gonçalves et al., 2011). O conflito entre as diferentes esferas do poder público, poderes locais, o caráter unilateral das tomadas de decisão e os interesses em conservação da natureza em oposição às atividades aos atores locais são fenômenos que dificultam a consecução de propostas práticas de conservação, realidades compartilhadas pela antiga APA federal e pelas áreas criadas recentemente.

A falta de gestão contribui para o aumento de diversos tipos de alterações da biodiversidade causadas pelo mau uso dos recursos naturais. Apesar de ter se constatado na APA Penedo relatos a respeito do desmatamento, queimadas, caça e extração de palmito ilegal dentro da unidade, a questão é controversa, pois muitas dessas agressões são ocasionadas pelos próprios habitantes da área. Tal degradação não se difere muito de outros estudos como os realizados por Cirino e Lima (2008) na APA São José, no estado de Minas e por Kantek et al., (2009) na APA Guaratuba, no Paraná.

A questão fundamental deste trabalho relativa ao reconhecimento da APA e seus objetivos pelos moradores revela a falta de comunicação, informação e envolvimento da população local com a administração da unidade. Resultados semelhantes foram encontrados em pesquisa realizada na APA Petrópolis, onde apenas 275 pessoas de 606 entrevistados (45,4%) daquela área não reconheciam nenhuma unidade de conservação da natureza na região (Gonçalves et al., 2011).

Igualmente na APA do Rio Verde, uma das pioneiras no estado Paraná a implantar o processo de participação popular, Milder (2004) observou que, mesmo entre as pessoas que participaram de alguma reunião ou audiência pública na UC, ainda havia desconhecimento do significado do termo “Área de Proteção Ambiental”, constatando que para 62% do universo pesquisado as reuniões não foram esclarecedoras. Em outro trabalho realizado por Sonda (2002) na APA de Guaratuba, também no estado do Paraná, constatou-se que em 13 comunidades pesquisadas dentro da unidade, nenhuma das famílias entrevistadas sabia o significado de Área de Proteção Ambiental, tampouco que viviam dentro da APA e também nunca foram convidadas para participar de reuniões para discutir esse assunto.

Esses dados apontam para a educação e comunicação ambiental como pontos críticos e fundamentais. Legalmente, o Plano Nacional de Educação Ambiental - PNEA, explicita que a educação ambiental além do fomento ao conhecimento dos princípios básicos relacionados ao meio ambiente, deverá ter enfoques holísticos, democráticos e concepção do meio ambiente sob o enfoque da sustentabilidade, pluralismo de ideais e concepções pedagógicas, além do reconhecimento e respeito à pluralidade e à diversidade individual (Brasil, 1999).

Vários estudos já demonstraram a importância de se valorizar a participação e o conhecimento tradicional das populações que vivem dentro ou no entorno das UCs (Arruda, 1999; Diegues, 2001). As características da população local devem ser respeitadas e suas necessidades priorizadas na discussão para que as soluções sejam efetivas. Esse desafio exige a fusão de vários saberes (Milder, 2004).

Importantes pesquisas etnobotânicas, como as realizadas por Sonda (2002) na APA Guaratuba e Lima (1996) na APA de Guaraqueçaba, ambas no estado do Paraná, constataram o elevado conhecimento da flora regional pelas populações tradicionais e a riqueza das relações místicas e harmoniosas com o ambiente. Outros estudos sobre a valoração dos recursos ambientais, apesar das críticas, revelaram o relacionamento da população local com as áreas estudadas, tanto em termos de visitação quanto de conhecimento acerca de seu patrimônio natural e histórico e das degradações e problemas (Cirino e Lima, 2008). Além disso, apontaram a disposição em colaborar financeiramente com a preservação do ativo ambiental em análise, como verificado na APA São José, no estado de Minas Gerais.

A manutenção das características ambientais locais na APA Penedo depende da comunicação e informações adequadas e disponíveis quanto à sua existência e seus objetivos. Cabe ao poder público promover essa mobilização, algo que até o momento não está sendo feito.

O resultado dessas pesquisas corrobora com as avaliações governamentais como quanto à comunicação e informação entre as unidades de conservação e a população local, sobretudo nas APAs (ICMBIO, 2011). Conforme observou Gonçalves et al., (2011) para que uma proposta de UC seja levada a cabo, a legitimação popular é estritamente necessária. Sem ela, não há unidade de conservação.

No caso da APA Penedo todo o potencial cultural e ambiental tem sido desperdiçado por seus gestores. Como inúmeras UCs, da mesma categoria ou não, esta importante área protegida esta se tornando, como afirmam alguns autores, mais uma das “*ficções jurídicas*” e/ou “*parques de papel*” do Brasil (Brito, 2000; Diegues, 2001; Padua, 2002).

Conclusões

Apesar das Áreas de Proteção Ambiental no Brasil possuirem grande patrimônio natural e cultural, elas são áreas críticas sujeitas a grande pressão de atores internos e externos, com muitas áreas degradadas e ainda não tendo o apoio necessário dos órgãos gestores para sua efetivação.

Neste trabalho pode-se constatar que a APA de Penedo possui diversos problemas de gestão desde sua concepção que podem contribuir para a destruição de suas características naturais. A unidade não possui plano de manejo, conselho e zoneamento ecológico-econômico e sofre com uma grande pressão interna e externa por suas características peculiares. A instituição do conselho da APA que seja representativo e envolva todos os interessados é fundamental no processo de discussão dos problemas locais.

A população ainda que reconheça Penedo como uma área protegida não sabe o que é uma APA e muito menos quais são seus objetivos conforme o SNUC. Ainda assim, não há qualquer mobilização pelos órgãos ambientais locais e nem pela rede pública de ensino de informar ou envolver os moradores na sua gestão aproveitando seu conhecimento tradicional. Finalizando, o estudo verificou o acentuado distanciamento da administração da unidade com a população local, como também com a comunidade escolar presente dentro da unidade, fato este que não difere de outras UCs brasileiras.

Literatura Citada

- ARRUDA, R. 1999. “Populações tradicionais” e a proteção dos recursos naturais em unidades de conservação. Ambiente e Sociedade (Brasil) 2(5): 200-204.
- BARDIN, L. 1977. Análise de conteúdo. Lisboa. 223p.

- BONI, V.; QUARESMA, S. J. 2005. Aprendendo a Entrevistar: como fazer entrevistas em ciências sociais. Revista Eletrônica dos Pós-graduandos em Sociologia Política (Brasil) 2(1,3):68-80.
- BRASIL. 1999. Lei 9725/99, de 27 de abril de 1999. Institui o Programa Nacional de Educação Ambiental. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm>>. Acesso em: jul. 2011.
- BRASIL. 2000. Lei 9985/00, de 20 de dezembro de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/legis/pdf/lei9985.pdf>>. Acesso em: jul. 2011.
- BRASIL. 2016. Portal da Legislação do Governo Federal. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao>>. Acesso em: jan. 2016.
- BRITO, M. C. W. 2000. Unidades de conservação: intenções e resultados. São Paulo, SP, FAPESP/Annablume.
- CADASTRO NACIONAL DE UNIDADE DE CONSERVAÇÃO - MMA/CNUC. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>>. Acesso em: jan. 2016.
- CIRINO, J. F.; LIMA, J. E. 2008. Valoração contingente da área de proteção ambiental (APA) São José - MG: um estudo de caso. RESR (Brasil) 46(3):647-672.
- DEAN, W. 2002. A ferro e fogo: a história da devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo, Cia das Letras. 484p.
- DIEGUES, A. C. 2001. O mito moderno da natureza intocada. São Paulo, SP. Ed. Hucitec. 161p.
- DRUMMOND, J. A. 1997. Devastação e preservação ambiental: os Parques Nacionais do Estado do Rio de Janeiro. Niterói, RJ, Ed.UFF.
- GONÇALVES, M. P.; BRANQUINHO, F. T. B.; FELZENZWALB, I. 2011. Uma análise contextual do funcionamento efetivo e participação popular em uma unidade de conservação: o caso da área de proteção ambiental de Petrópolis (Rio de Janeiro: Brasil). Sociedade e Natureza (Brasil) 23(2):323-334.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2012. Manuais Técnicos em Geociências - Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro. 2 ed. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf>. Acesso em: jan. 2016.
- ICMBIO. 2011. Avaliação comparada das aplicações do método Rappam nas unidades de conservação federais, nos ciclos 2005-06 e 2010. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, WWF-Brasil. Brasília: ICMBio. 134p.
- ICMBIO. 2013. Instrução Normativa nº31, de 17 de janeiro de 2013. Estabelece diretrizes, normas e procedimentos para o processo de revisão de planos de manejo das unidades de conservação federais. Disponível em: <www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que-somos/IN_31.pdf>. Acesso em: jan. 2016.
- ICMBIO. 2016. Áreas Protegidas do Brasil – Unidades de Conservação. Disponível em: <www.icmbio.org.br>. Acesso em: jan. 2016.
- ITATIAIA. 2008. Lei Municipal 482/08, de 14 de abril de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental de Penedo. Xp.
- ITATIAIA. 2012. Portal eletrônico da prefeitura municipal de Itatiaia. Disponível em:<<http://www.itatiaia.rj.gov.br>>. Acesso em: mar. 2012.
- KANTEK, R. T.; SAUTTER, K. D.; MICHALISZYN, M. S. 2009. Impactos ambientais na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaratuba, Paraná, Brasil, sob o ponto de vista de moradores tradicionais. Sociedade e Natureza (Brasil) 21 (2): 39-56.
- LAGEAM. 2016. Laboratório de Gestão Ambiental – Departamento de Ciências Ambientais e Florestais UFRRJ. Disponível em:<<http://institutos.ufrj.br/if/category/dca-lab>>. Acesso em: jan. 2016.
- LIMA, R. X. 1996. Estudos etnobotânicos em comunidades continentais da área de proteção ambiental de Guaraqueçaba Paraná – Brasil. Dissertação Mestrado. Curitiba, PR, UFPR. 138p.
- MEDEIROS, R. 2006. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. Ambiente e Sociedade (Brasil) vol IX, nº 1, jan/jun, pp.41-64.
- MERCADANTE, M. 2001. Uma década de debate e negociação: a história da elaboração da Lei do SNUC. In: Benjamin, A.H. (org.) Direito Ambiental das Áreas Protegidas. Rio de Janeiro: Ed. Forense Universitária. pp. 190-231.
- MILDER, L. I. D. 2004. Análise do processo de participação popular para elaboração do macrozoneamento ecológico-econômico da Área de Proteção Ambiental Estadual do Rio Verde - Paraná. Dissertação Mestrado. Curitiba, UFPR. 108p. Disponível em:<http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2004/d395_0555-M.pdf>. Acesso em: jan. 2016.
- MITTERMEIER, R. A. et al. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. PNAS. Disponível em: <<http://www.pnas.org/seach>>. Acesso em: jan. 2016.
- PADUA, M. T. J. 2002. Unidades de conservação: muito mais do que atos de criação e planos de manejo. In: Milano, M. S. (org.) Unidades de conservação: atualidades e tendências. Curitiba, PR. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. pp. 7-13.
- PALMIERI, R.; VERÍSSIMO, A. 2009. Conselhos de Unidades de Conservação: guia sobre sua criação e seu funcionamento. Piracicaba: Imaflora, SP; Belém: Imazônia, PA. 95p. Disponível em: <<http://www.imazon.org.br/publicacoes/livros/conselhos-de-unidades-de-conservacao-guia-sobre>>. Acesso em: jan. 2016.
- RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. 2005. Unidades de conservação brasileiras. Megadiversidade, Volume 1, nº 1.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB. 2013. Florestas do Brasil em resumo: dados de 2007-2012. Brasília, SFB.
- SIMAS-PEREIRA, G.; MEDEIROS; R. 2011. Evolução e implementação dos planos de manejo em Parques Nacionais no estado do Rio de Janeiro. Árvore (Brasil) 35(2):279-288.

- SONDA, C. 2002. Comunidades rurais tradicionais da área de proteção ambiental Estadual de Guaratuba: caracterização sócioeconômica e utilização dos recursos vegetais silvestres. Tese Doutorado. Curitiba, PR, UFPR. 204p.
- THIOLLENT, M. 2002. Metodologia da Pesquisa-ação. São Paulo, SP. Cortez. 107p.
- VALVERDE, Y. 2009. Áreas de Proteção Ambiental (APAs): A conservação em sistemas de paisagens protegidas – Análise da APA Petrópolis/RJ. Tese Doutorado. Rio de Janeiro, RJ, UFRJ/IG. 340p.
- UICN/CMAP. 1994. Unión Mundial para la naturaleza/ Comisión Mundial de Áreas Protegidas. Directrices para las categorías de manejo de areas protegidas. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. CNAP/WCMC.UICN.



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, em janeiro a abril de 2016, 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.

- Aline Silva (1) UESC - Ilhéus - BA
- Ana Cristina Schiling (1) UESC - Ilhéus - BA
- Ariana R. M. Fernandes de Oliveira (1) IF BAIANO - Uruçuca - BA
- Dan Érico Petit Lobão (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Dilze Argôlo Magalhães (2) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Fábio Gelapo Faleiro (2) EMPRAPA CERRADO - Brasilia - DF
- Hediberto Nei Matiello (1) IF Espírito Santo - Santa Tereza - ES
- Jadergudson Pereira (2) UESC - Ilhéus - BA
- João Bosco dos santos (1) UFLA - Lavras - MG
- Jorge Chiapetti (1) UESC - Ilhéus - BA
- José Luiz Bezerra (2) UESC - Ilhéus - BA
- José Luis Pires (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Josilda Cavalcante Amorim Damasceno (1) UFRB - Cruz das Almas - BA
- Juaci Vitória Malaquias (1) - UNB - Brasilia - DF
- Lahyre Izaete Silveira Gomes (2) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Luis Gustavo Tavares Braga (1) UESC - Ilhéus - BA
- Marcela Tonini Venturini (1) UFRB - Cruz das Almas - BA
- Mariana Araújo Barreto (1) UNICAMP - Campinas - SP
- Moacyr Serafim Junior (1) UFRB - Cruz das Almas - BA
- Nadja Santos Vitória (1) UNEB - Paulo Afonso - BA
- Norma Eliane Pereira (1) UESC - Ilhéus - BA
- Quintino Reis de Araujo (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Rafael Moisés Alves (1) USP - São Paulo - SP
- Rones Flasgord Souza (1) - Uruçuca - BA
- Thaís Emanuelle Feijó de Lima (1) - UFPE - Recife - PE
- Wellington Fiffer de Freitas (1) - UFRRJ - Rio de Janeiro - RJ
- Yaska Janaina Bastos Soares (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA

*Os números entre parênteses, após os consultores, indicam o número de trabalhos revisados.

EDITORIAL

A CEPLAC, preocupando-se com a divulgação da sua produção científica, e com a formação de um elemento estratégico que mantivesse seus principais clientes informados, cria em 1971 a revista **THEOBROMA**, que passou a ser denominada **AGROTRÓPICA** a partir de 1989. Neste ano de 2016 a **REVISTA AGROTRÓPICA** está completando **45 ANOS**, um marco histórico da sua existência. A Agrotrópica representa um projeto concebido com o objetivo de construir um canal permanente de comunicação entre a pesquisa e a sociedade científica nacional, internacional, técnicos, produtores rurais, estudiosos, etc. O número de publicações nas revistas Theobroma e Agrotrópica no período de 1971 a 2015, totaliza 965 artigos científicos, em três idiomas: Inglês, Português e Espanhol. Salienta-se que a nossa revista tem sido acessada não só no Brasil, mas em outros países, inclusive sendo disponibilizados em sites de outras instituições (EMBRAPA, Biblat – Bibliografia Latinoamericana, Universidades, Hathi Trust Digital Library, <http://inct.florabrasil.net/>, etc.). Com a divulgação eletrônica da revista cumpre-se a grande missão da Ceplac, qual seja a de difundir e proporcionar maior democratização mundial do conhecimento produzido cientificamente, procurando, destarte, o acesso livre e imediato das informações. A Agrotrópica publica artigos científicos originais, notas científicas e revisões, ligadas à áreas do conhecimento relativo à Agricultura nos Trópicos, conteúdo bastante carente de veículos de publicações similares. Teve como fundadores Luiz Carlos Cruz Riascos, Antônio Dantas Machado, Paulo de Tarso Alvim, Fernando Vello, Hermínio Maia Rocha, Percy Cabala Rosand, Maria Helena Alencar, William Martin Aitken. A geração do saber está sempre em expansão, no entanto, não é bastante só gerá-lo, há necessidade de compartilhá-lo ao maior número possível de pessoas. Todo o esforço tem sido feito no sentido de que os artigos sejam revisados por especialistas qualificados. A revista Agrotrópica é uma publicação quadrimestral de divulgação científica e tecnológica, vinculada ao Ministério da Agricultura/CEPLAC. O processo de seleção de artigos para publicação envolve a avaliação de membros do Conselho Editorial e de pareceres de especialistas “*ad hoc*”. Os artigos são avaliados por pelo menos dois assessores *ad hoc* (referees). A revista é procurada hoje por professores, pesquisadores e técnicos de todo o País, das diversas Universidades brasileiras e órgãos de pesquisas, para publicar seus achados técnico-científicos. Com maior visibilidade a revista tem verificado melhoria do seu Qualis - que relaciona e classifica os veículos utilizados para a divulgação da produção intelectual dos programas de pós-graduação “*stricto sensu*” (mestrado e doutorado), quanto ao âmbito da circulação (local, nacional ou internacional) e à qualidade (A, B, C), por área de avaliação. Atualmente a Agrotrópica está sendo avaliada em distintas áreas: Ciências Ambientais – B3; Biodiversidade – B3; Geografia – B3; Interdisciplinar – B3; Economia – B4; Ciências Agrária I – B4; e Geocências - B5. Agradecemos especialmente a cada revisor (lista a seguir) que, ao longo desses quarenta e cinco anos colaboraram com a nossa revista Agrotrópica.

Ilhéus, Bahia, 30 de abril de 2016.

AGRADECIMENTOS

Abelmon da Silva Gesteira - Genética e Melhoramento	Antônio Jorge Suzart Argôlo - Biologia
Acelino Couto Alfenas – Fitopatologia	Antônio Ricardo Panizzi – Entomologia
Adalberto Café Filho - Fitopatologia	Antonio Souza do Nascimento - Entomologia
Adelise Lima – Seringueira	Antônio Teixeira Matos - Solos e Nutrição de Plantas
Adonias de Castro Virgens Filho – Seringueira	Antonio Vargas de Oliveira Figueira - Biologia Molecular
Adônis Moreira – Seringueira	Aralde Fontes Urben – Fitopatologia
Adriana Ramos - Irrigação e Drenagem	Ariana Reis Messias F. de Oliveira – Genética
Adriana Rodrigues Passos - Ciências Agrárias	Arlete José da Silveira - Entomologia
Afonso Celso C. Valois - Genética	Armando Bergamin Filho – Fitopatologia
Agna Almeida Menezes - Solos	Armando Carrasquero Durán - Química
Albertí Ferreira Magalhães - Zootecnia	Arnaldo Colozzi Filho – Solos
Albertus Bertus Eskes – Genética	Aurélio José Antunes de Carvalho - Ciências Agrárias
Alex- Alan Furtado de Almeida – Fisiologia	Benoit Jean Bernard Jahyny - Zoologia
Alexandre Dias Munhoz - Ciências Veterinárias	Caio Márcio V. Cordeiro de Almeida – Genética
Alexandre Schiavetti - Ecologia e Recursos Naturais	Carla Massimo Caldeira - Fitotecnia
Alfredo José Barreto Luiz - Sensoriamento Remoto	Carlos Alberto Correa - Sistemas Agroflorestais
Alfredo Kingo Oyama Homma - Economia Agrícola	Carlos Alberto Spaggiari Souza – Fitotecnia
Aline Silva - Microbiologia Aplicada	Carlos Priminho Pirovani – Genética
Altino Aldo Ortoloni - Agrometeorologia	Carlos Roberto Ferreira Brandão – Mirmecologia
Alvaro Figueiredo dos Santos – Fitopatologia	Carlos Sigueyuki Sedyama – Genética
Almir Martins dos Santos - Ciencias da Administração	Carlyle Brito Matos - Produção Vegetal
Ana Cristina Miranda Brasileiro – Fisiologia	Carmem Suarez – Fitopatologia
Ana Cristina Schilling - Recursos Florestais	Célio Kersul do Sacramento – Diversificação
Ana Maria Souza dos Santos Moreau - Solos	Cícero Eduardo Ramalho Neto - Genética
Anderson Gomide Costa - Engenharia Agrícola	Cidália Gabriela Santos Marinho - Entomologia
André Barreto Pereira - Genética	Cinira de Araújo F. Fernandes - Produção Vegetal
André Maurício de Carvalho - (<i>in memorian</i>)	Ciro Abbud Righi – Fitotecnia
Andréa da Silva Gomes – Economia	Clarice G. B. Demétrio - Estatística Experimental
Andrea Gomes da Silva – Química	Claudia de Paula Rezende - Zootecnia
Andressa Cristina Zamboni Machado - Fitopatologia	Claudio Horst Bruckner – Genética
Angelo Mansur Mendes – Solos	Claudio Marcelo G. Oliveira – Nematologia de Plantas
Antônia Marlene Magalhães Barbosa - Genética	Claudio Roberto Contador - Economia
Antônio Alves Pimenta Neto - Fitopatologia	Cleber Novais Bastos – Fitopatologia
Antonio Carlos Barros Mendes - (<i>in memorian</i>)	Cleso Antônio Patto Pacheco – Genética
Antonio Carlos da Gama-Rodrigues - Solos	Clóvis José F. de Oliveira Junior – Sist. Agroflorestais
Antônio Carlos de Araújo – Economia	Cosme Damião Cruz – Genética
Antonio Carlos Gesta de Melo - Sistemas Agroflorestais	Cristiane Duarte dos Santos - Produção Vegetal
Antônio César Costa Zugaib - Economia	Daison Olzany Silva – Fermentação
Antônio D'Avila de S. Neves - Solos	Dalva M. Cury Lunardi – Ciências Ambientais
Antônio Enedi Boaretto - solos	Dalva Maria da Mota – Sociologia
Antônio F. de S. Leão Veiga - Entomologia	Dan Érico Petit Lobão - Sistemas Agroflorestais
Antônio Fernando R. Silva – Meio Ambiente	Daniel Marçal de Queiróz - Engenharia Agrícola
Antonio Fontes de Faria Filho – Geógrafo	Daniel Ornelas Ribeiro - Produção Vegetal

Daniela M. Lopes da Silva - Energ. Nuclear na Agricultura	Fernando Luiz de Oliveira Côrrea – Fitotecnia
Daniele Camargo Scotton - Biologia	Flávia de Barros P. Moura - Ecologia
Danilo Batista Pinho - Fitopatologia	Flávio Costa Miguens – Botânica
Danusa Oliveira Campos - Meio ambiente	Forbes P. Benton - Entomologia
Dário Ahnert – Genética	Franceli da Silva – Engenharia Agrícola
Davi José Silva - Solos e Nutrição de Plantas	Francis Tocafundo - Fitopatologia
Débora Ferreira Melo Fragoso - Produção Vegetal	Francisca Feitosa Jucá - Genética
Denise M. W. Silva Hanlin - Fitopatologia	Francisco Assis Ribeiro dos Santos – Botânica
Deraldo Ramos Vieira - Botânica	Francisco das Chagas Oliveira Freire - Fitopatologia
Didier Pierre Louis Clement – Genética	Francisco de Assis de C. Pinto - Engenharia Agrícola
Dilze Maria Argôlo Magalhães - Genética	Francisco de Souza Fadigas - Solos
Diógenes Marcelino B. Santos - Ciências Agrárias	Francisco José do Nascimento Kronka – Agrofloresta
Djalma Martinhão Gomes de Sousa – Solos	Francisco José Lima Aragão – Genética
Ebiesel Nascimento de Andrade Filho – Economia	Francisco Lombardi Neto - Solos
Edna Castilho Leal – Fitopatologia	Francisco Mendes Costa - Ciências Sociais
Edna Dora Martins Newman Luz - Fitopatologia	Francisco Ricardo Ferreira - Genética
Edson Alves de Araújo - Solos e Nutrição de Plantas	Francisco Xavier de Souza – Fitotecnia
Edson Barcelos – Diversificação	Galileo Adeli Buriol – Agrometeorologia
Edson Lopes Lima - Economia Agrícola	George Andrade Sodré – Solos
Edson Lopes Reis – Seringueira	Geraldo Trindade Júnior - Zootecnia
Edson Luiz Furtado - Fitopatologia,	Gecely Rodrigues Alves Rocha - Oceanografia Biológica
Eduardo Seiti Gomide Mizubuti – Fitopatologia	Gilberto Carlos Cerqueira Mascarenhas – Economia
Elenice de Cassia Conforto – Botânica	Gilberto Casadei Batista – Toxicologia de Inseticidas
Elenildes Santana Pereira - Economia de Empresas	Gilmar Paulo Henz – Fitopatologia
Eliana H. de F. Marques - Estatística	Gilvan Pio-Ribeiro – Fitopatologia
Élio José Alves – Fruteiras Tropicais	Girlene Santos de Souza - Fisiologia Vegetal
Elisa Bete Rodrigues - Socioeconomia	Givaldo Rocha Niella – Fitopatologia
Elisabeth Cheng - Ciências Biológicas	Glaílson Barreto Silva - Geoquímica e Meio Ambiente
Elizabeth de Oliveira – Fitopatologia	Gloria Matallana Tóbon - Biodiversidade Tropical
Elpídio Francisco Neto - Genética e Bioquímica	Gonçalo Amarante Guimarães Pereira - Genética
Elliot Watanabe Kitajima - Fitopatologia	Götz Schröth - Ciências Naturais
Emanuel A. S. Serrão – Sistemas Agroflorestais	Guilherme A. H. de Abreu Loureiro - Produção Vegetal
Emília Emico M. Mori - Tecnologia de Alimentos	Guisla Boehs - Ciências Biológicas
Eneida de Moraes Marcílio Cerqueira – Genética	Hamilton Kikuti - Fitotecnia
Erminda da Conceição Guerreiro Couto - Zoologia	Hediberto Nei Matiello - Fitotecnia
Eurípedes Malavolta - Solos	Heitor Cantarella – Solos
Evaldo Ferreira Vilela – Entomologia	Heliana Argôlo S. Carvalho - Genética
Evandro Sena Freire - Tecnologia de Alimentos	Hélio Wilson Lemos de Carvalho – Genética
Evelyse dos Santos Lemos - Ensino de Ciências	Helomar Ramalho Neto - (<i>in memoriam</i>)
Everton Hilo de Souza - Biologia	Heráclito Eugênio O. da Conceição – Fisiologia Vegetal
Fabiana Cézar Félix Hackradt - Biologia	Hermam Celso Fonseca Isensee - Agronomia
Fábio Gelape Faleiro – Genética	Hermes Alves de Almeida - Climatologia
Fábio Pinto Gomes – Ecofisiologia	Hermes Peixoto Santos Filho – Fitopatologia
Fátima Cerqueira Alvim – Fitotecnia	Herminia Emilia Prieto Martinez – Fitotecnia
Fernando Antônio Teixeira Mendes - Economia Agrícola	Hilário Antônio de Castro – Fitopatologia
Fernando Barboza Egreja Filho – Solos	Hilmar Ilton Santana Ferreira – Economia
Fernando Ezeta – Fisiologia	Hortensia Pousada Bautista – Botânica

- Hudson Teixeira - Fitopatologia
 Humberto Actis Zaidam – Biologia Molecular
 Irene Maurício Carzola – Estatística
 Ismael de Jesus Matos Viégas – Seringueira
 Itamar Soares de Melo – Genética
 Itanna Oliveira Fernandes - Entomologia
 Ivan Costa e Souza - Agronomia
 Ivan Crespo Silva - Sistemas Agroflorestais
 Izabela Dutra Alvim - Alimentos e Nutrição
 Jácomo Divino Borges - Agronomia
 Jacques Hubert Charles Delabie – Entomologia
 Jadergudson Pereira – Fitopatologia
 Jaime Cerquiera Gomes - Solos
 Jaime Honorato Júnior - Fitopatologia
 Janete Lindo Ferreira - Sociologia
 Jay Wallace da Silva Mota – Fisiologia
 João Bosco dos Santos - Genética
 João de Cássia Bomfim Costa - Fitopatologia
 João Louis Marcelino Pereira – Fitopatologia
 João Manuel Abreu - Entomologia
 João Manuel Afonso - Economia
 João Rodrigues de Paiva – genética
 Joelito de O. Resende - Solos
 Jomar da Paes Pereira - Agronomia
 Jomar da Paes Pereira – Seringueira
 Jomar Gomes Jardim - Botânica
 Jonas Bastos da Veiga – Zootecnia
 Jonas de Souza - Diversificação
 Jorge Chiapetti - Geografia
 Jorge Luiz Loyola Dantas – Genética
 José Adolfo Almeida Neto - Engenharia Agrícola
 José Antônio Cordeiro – Estatística
 José Antonio Peters – Ciências Biológicas
 José Basílio Vieira Leite – Diversificação
 José Carlos Feltran – Fitotecnia
 José Djair Vendramim - Entomologia
 José Emilson Cardoso - Fitopatologia
 José Frutuoso do Vale Júnior - Solos
 José Geraldo M. da Silva - Sistemas Agroflorestais
 José Inácio Lacerda Moura – Entomologia
 José Luís Pires – Genética
 José Luiz Bezerra – Fitopatologia
 José Marques Pereira – Zootecnia
 José Olimpio de Souza Júnior - Solos
 José Raimundo Bonadie Marques – Genética
 José Raimundo Natividade Ferreira Gama – Solos
 José Renato Santo Cabral – Genética
 José Ricardo Liberato - Fitopatologia
 José Roberto Vieira de Melo - Fitotecnia
 José Rogério de Oliveira - (*in memoriam*)
 José Salazar Zanuncio Junior - Entomologia
 José Vanderlei Ramos - Fruteiras Tropicais
 Joseane Rodrigues de Souza - Produção Vegetal
 Josilda C. Amorim Damasceno - Ciências Agrárias
 Josilda de França Xavier - Engenharia Agrícola
 Juaci Vitória Malaquias - Ciência de Mat. em Modelagem
 Julio Cesar de Mattos Cascardo - (*in memoriam*)
 Juliano Ricardo Fabricante - Agronomia
 Kaliandra Freitas Sena - Genética
 Karina Peres Gramacho - Fitopatologia
 Kazuiyuki Nakayama – Entomologia
 Kércya Maria S. de Siqueira - Fitopatologia
 Kiyoshi Matsuoka - Fitopatologia
 L.H. Purdy – Fitopatologia - (*in memoriam*)
 Lahyre Izaete Silveira Gomes - Fitopatologia
 Leandro Lopes Loguercio – Genética
 Leonor Costa Maia – Botânica
 Letícia dos Anjos Silva - Botânica
 Levi de Moura Barros - Genética
 Lindolfo Pereira dos Santos Filho – Estatística
 Lísiás Coelho - Fitopatologia
 Lívia Santos Lima Lemos - Genética
 Lizziane Argôlo Batista - Zootecnia
 Luadir Gasparotto – Fitopatologia
 Luana Hitomi Igarashi Nakayama – Solos
 Lucas Cardoso Marinho - Botânica
 Lucas Costa Monteiro Lopes – Ecologia
 Luís Gustavo Tavares Braga - Zootecnia
 Luiz Alberto Mattos Silva - Botânica
 Luiz Antônio dos Santos Dias – Genética
 Luiz Antonio Maffia – Fitopatologia
 Luiz Augusto Lopes Serrano – Fitotecnia
 Luiz Carlos B. Nasser – Fitopatologia
 Luiz Carlos Cordeiro de Almeida - Fitopatologia
 Luiz Carlos Donadio – Fruticultura
 Luiz Carlos Forti - Entomologia
 Luiz Fernando Martins - Microbiologia
 Lurdes Bertol Rocha - Geografia
 Luziani Rezende Bestete - Entomologia Agrícola
 Manfred Willy Müller – Fisiologia
 Manoel Malheiros Tourinho – Socioeconomia
 Manoel Xavier dos Santos - Genética

- Marcela Tonini Venturini - Fitotecnia
 Marcelo Bento Paes de Camargo - Bioclimatologia
 Marcelo Friederichs Landim de Souza - Geociências
 Marcelo Schramm Mielke - Fisiologia Vegetal
 Marcelo Simonelle - Botânica
 Márcio Carvalho Marques Porto - Fisiologia
 Márcio de Miranda Santos – Genética
 Marco Antônio Gáleas Aguilar – Fisiologia
 Marcos Silveira Bernardes – Fisiologia
 Marcus Vinicius S. Paixão - Ciências da Educação
 Margarida M. de Carvalho - Pastagem
 Maria Aparecida Leão Bittencourt - Entomologia
 Maria Bernadete Costa e Silva – Botânica
 Maria das Graças C. P. Costa Silva – Meio Ambiente
 Maria Eugênia Bruck de Moraes - Ecologia
 Maria Ivete Brugnerotto - Estatística
 Maria José C. Monteiro - Economia
 Maria Lucia Carneiro Vieira – Genética
 Maria Menezes - Fitopatologia
 Mariana Araújo Barreto - Genética
 Marilene Leão A. Bovi - Genética
 Mário Eduardo R. M. Cavalcanti Mata - Eng. de Alimentos
 Mario Jose Pedro Junior – Agrometeorologia
 Mario Lúcio Vilela de Resende – Fitopatologia
 Mário Miguel Amin Garcia Herreros – Economia
 Marival Lopes de Oliveira - Fitopatologia
 Mauro Augusto P. da Cunha - Genética
 Mauro Márcio Oliveira – Economia
 Max de Menezes - (*in memorian*)
 Melissa Dall'Oglio Tomazini - Entomologia
 Messias Gonzaga Pereira – Genética
 Michelliny de Matos Bentes Gama - Ciência Florestal
 Miguel Moreno Ruiz - Diversificação
 Milton Ferreira da Silva Junior – Socioeconomia
 Milton Macoto Yamada – Genética
 Moacyr Serafim Junior - Ecologia
 Moema Maria Badaró Cartibani – Economia
 Moisés Moreira dos Santos - Fitotecnia
 Morel de Passos e Carvalho – Solos
 Morel Pereira Barbosa Filho – Solos
 Nadja Santos Vitória - Biologia de Fungos
 Nand Kumar Fageria – Solos
 Narciso Bezerra de Freitas – Diversificação
 Nelson Lara da Costa - Geoquímica e Meio Ambiente
 Neyde Alice B. M. Pereira – Economia Doméstica
 Nilton Tadeu Vilela Junqueira – Fitopatologia
 Norma Eliane Pereira - Produção Vegetal
 Olívia Cordeiro de Almeida – Fitopatologia
 Olzeno Trevizan – Entomologia
 Orfeo A. D. Affin - (*in memorian*)
 Osvaldo Manuel Santos - (*in memorian*)
 Pablo Serrano - Fitopatologia
 Paulo César Lima Marrocos – Fitotecnia
 Paulo de Souza Gonçalves – Genética
 Paulo de Tarso Alvim - (*in memorian*)
 Paulo dos Santos Terra – Entomologia
 Paulo Júlio da Silva Neto - Sistemas Agroflorestais
 Paulo K. Tito Jacomine - Solos
 Paulo Roberto de Camargo e Castro – Fisiologia Vegetal
 Paulo Roberto Mosquim – Fisiologia
 Paulo Sérgio B. de Albuquerque – Fitopatologia
 Paulo Sirqueira – Irrigação
 Paulo Yoshio Kageyama – Genética
 Pedro A. Sanchez – Solos
 Pedro Antônio Oliveira Mangabeira – Botânica
 Pedro Celestino Filho – Seringueira
 Pedro Jacob Christoffoleti - Fitotecnia
 Pedro Roberto Almeida Viégas – Fruticultura
 Pedro Roberto Furlani – solos
 Percy Cabala-Rosand – (*in memorian*)
 Perivaldo Mariano Santos - Diversificação
 Petra Beatriz Navas Hernández - Química
 Quintino Reis de Araujo – Solos
 Rafael Edgardo Silva Chepote – Solos
 Rafael Moysés Alves - Genética
 Raimundo Camelo Mororó – Tecnologia de Alimentos
 Raimundo Carlos Maia Barbosa - Solos
 Raimundo Jorge Zumaeta Costa - Ciências Sociais
 Ranulfo Corrêia Caldas – Estatística
 Raquel Ghini – Fitopatologia
 Raúl René Melendez Valle – Fisiologia
 Regina Celle Rebouças Machado – Fisiologia
 Reginaldo da Silva Romero – Controle Biológico
 Reinaldo Cantarutti – Pastagens
 Renato Moraes de Jesus – Florestas Tropicais
 Renato Neves Feio - Zoologia
 Ricardo Juca Chagas - Zoologia
 Ricardo Marques Coelho - Ciência do Solo
 Ricardo Miranda de Britez – Engenharia Florestal
 Ricardo Rodolfo Tafani – Economia
 Rita Bordignon - Genética
 Rivadalve Coelho Gonçalves - Fitopatologia
 Robério Gama Pacheco – Solos
 Robert Michael Boddey – Solos

- Robert Weingart Barreto – Fitopatologia
 Roberto Machado de Moraes - Tecnologia de Alimentos
 Roberto Sena Gomes - Fisiologia
 Rodrigo Souza Santos – Entomologia
 Rogério de Melo Costa Pinto - Genética
 Rogério Mercês Ferreira Santos - Biologia Molecular
 Rogério Rosa da Silva - Zoologia
 Roland Vencovsky - Genética
 Ronaldo Carvalho Santos - Genética
 Ronaldo Costa Argôlo Filho - Genética
 Ronaldo Lima Gomes - Geotecnica
 Ronan Xavier Corrêa – Genética
 Rones Flasgordes dos Santos Souza - Biodiversidade
 Rosa de Lima Ramos Mariano – Fitopatologia
 Rosalina Midlej - Socioeconomia
 Rosana Moura de Oliveira - Tecnologia de Alimentos
 Rosane Freitas Schwan - Tecnologia de Alimentos
 Rosely Pereira da Silva - Fitotecnia
 Rui Barbosa da Rocha – Sociologia
 Sandra Regina de Oliveira D. Queiroz - Genética
 Salvador Dal Pozzo Trevisan – Sociologia
 Samuel de Assis Silva - Engenharia Agrícola
 Sandoval S. de Oliveira - Pedologia
 Sául Edgardo Méndez Sánchez - Entomologia
 Saulo de Jesus Soria - Entomologia
 Segundo Urquiaga – Solos
 Sérgio Eduardo Abud Fonseca – Fitopatologia
 Sérgio José Ribeiro de Oliveira – Estatística
 Severina Torres de Barros - Fitopatologia
 Sidney Netto Parentoni – Genética
 Sidney Rosa Vieira - Solos
 Silvo Moura Cícero ou Brito – Tecnologia de Alimentos
 Sírio Wiethölter – Solos
 Sizernando Luiz de Oliveira - Engenharia Agrícola
 Solange França - Fitotecnia
 Sonia Carmela Falci Dechen – Solos
- Stela Dalva Vieira Midlej Silva – Fitopatologia
 Stênio Carvalho Santos - Genética
 Stephen A. Vosti – Economia Agrícola
 Sylvia Maria Moreira Susini Ribeiro - Oceanografia
 Tacila Ribeiro Santos - Fitopatologia
 Taiana Guimarães Araujo - Sistemas Aquáticos
 Takashi Muraoka - Solos
 Tarcísio Ewerton Rodrigues - Solos
 Teklu Anderbhran - Fitopatologia
 Thaís Emanuelle Feijó de Lima - Biologia de Fungos
 Thiago Alves Santos de Oliveira - Fitopatologia
 Tirza Aidar - Estatística
 Tuneo Sedyiyama – Genética
 Uilson Vanderlei Lopes – Genética
 Valdeci Silva Bastos - Engenharia de Alimentos
 Valdecir Antoninho Dalpasquale - Engenharia Agrícola
 Valduino Estefanel - Agrometeorologia
 Valéria Pacheco Batista Euclides – Zootecnia
 Valter Alves Nascimento - Sociologia
 Vicente de Paula Pereira – Processamento Vegetal
 Vicente H. de F. Moraes - (*in memoriam*)
 Victor Ferreira de Souza – Fitotecnia
 Vitor Hugo de Oliveira – Fitotecnia
 Walane Maria P. de Mello - Meio Ambiente
 Walny da Silva – Fisiologia
 Walter Batista Maia – Entomologia
 Walter dos Santos Soares Filho – Genética
 Walter Rodrigues da Silva - Fitotecnia
 Wanders Benjamin Chávez Flores – Genética
 Welington Kiffer de Freitas - Ciências Florestais
 Wesley Duarte da Rocha - Zoologia
 Wilson B. Crócomo - Entomologia
 Wilson Reis Monteiro – Genética
 Yaska Janaína Bastos Soares - Produção Vegetal
 Zuleide Martins Chaves - Fitopatologia

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

